<36602823380017

<36602823380017

Bayer. Staatsbibliothek

J. W. Ritter.

Phys. g
134 (2
R

Phyſikaliſches
Wörterbuch
oder
Verſuch
einer Erklärung der vornehmſten Begriffe
und Kunſtwörter
der Naturlehre
mit kurzen Nachrichten von der Geſchichte
der Erfindungen und Beſchreibungen der
Werkzeuge begleitet
in alphabetiſcher Ordnung

von
D. Johann Samuel Traugott Gehler
Oberhofgerichtsaſſeſſorn und Senatorn zu Leipzig, auch der
ökonomiſchen Societät daſelbſt Ehrenmitgliede.

Zweyter Theil
von Erd bis Lin
mit ſechs Kupfertafeln, Taf. VIII. bis XIII.

Neue Auflage.

Leipzig,
im Schwickertſchen Verlage 1798.
(erste Auflage, ebendaselbst, 1789.)

BAYERISCHE
STAATS-
BIBLIOTHEK
MUENCHEN

BAYERISCHE STAATS-BIBLIOTHEK MÜNCHEN

Phyſikaliſches Wörterbuch

oder

Verſuch einer Erklärung der vornehmſten Begriffe und Kunſtworte der Naturlehre, in alphabetiſcher Ordnung.

E

Erdäquator, ſ. Aequator der Erde.

Erdaxe, Axis terrae, *Axe de la terre*. Die gerade Linie von einem Pole der Erde zum andern. Dieſe Linie bleibt bey der täglichen Umdrehung der Erdkugel unbewegt, und heißt daher auch die **Axe der Umdrehung** (Axis rotationis) der Erde. Sie iſt die Axe des Erdäquators und aller mit ihm parallel laufenden Kreiſe, durch deren Mittelpunkte ſie geht, ſ. Axe. Ihre Größe wird bey dem Worte: **Erdkugel** angegeben.

Erdbeben, Terrae motus, *Tremblement de terre*. Eine Erſchütterung eines Theils der Erdfläche, welche eine längere oder kürzere Zeit hindurch anhält, und oft mit den gewaltſamſten und ſchrecklichſten Folgen begleitet iſt. Die Erdbeben haben auf der Oberfläche unſerer Erdkugel die ausgezeichnetſten Veränderungen hervorgebracht, ganze Striche Landes mit Trümmern überſchüttet, Länder, die vom Meere bedeckt waren, aufs Trockne verſetzt, Inſeln aus dem Schooße des Meeres emporgehoben, Berge geſpalten oder eingeſtürzt, anſehnliche Theile vom feſten Lande abgeriſſen, das Meer von ſeinem Grunde erhoben, die fürchterlichſten Ueberſchwemmungen veranlaſſet, den Lauf der Flüſſe verändert, die blühendſten Städte zertrümmert, und ihre unglücklichen Einwohner unter den Ruinen ihrer Wohnungen begraben.

Schon die älteſten Schriftſteller erwähnen ſolcher durch Erdbeben angerichteten Verwüſtungen, und der Veränderungen, welche die Erdfläche dadurch erlitten hat. Beſonders ſind diejenigen Länder und Gegenden, welche in der

Nachbarſchaft von Vulkanen oder heißen Quellen und nicht weit vom Meere liegen, den Erdbeben ausgeſetzt geweſen. So hat man ſchon bey den Alten geglaubt, daß Sicilien von dem feſten Lande durch eine Erderſchütterung abgetrennt worden ſey. Die Städte Herculanum und Pompeji wurden nach dem **Seneca** (Quaeſt. nat. VI. 1.) unter Nerons Regierung faſt gänzlich durch ein Erdbeben zerſtört, ſechszehn Jahre darauf aber durch einen Ausbruch des Veſuvs unter vulkaniſche Aſche begraben. In Sicilien hat man nach einem chronoligiſchen Verzeichniſſe, welches Hr. **Lichtenberg** (Magazin für das Neuſte aus der Phyſik und Naturgeſch. II. B. 2. St. S. 109.) mittheilt, ſeit dem Jahre 1169 faſt eben ſo viel Erdbeben, als Ausbrüche des Aetna gezählet. Die äoliſchen oder lipariſchen Inſeln, welche nach den Berichten der Alten durch Erdbeben aus dem Meere hervorgegangen ſind, zeigen noch jetzt die deutlichſten Spuren von Vulkanen und vulkaniſchen Produkten. Faſt in allen Ländern, welche häufige Erderſchütterungen erlitten haben, findet man auch deutliche Spuren ehemaliger Vulkane, z. B. in Peru, den mittäglichen Provinzen Frankreichs u. ſ. w. Sehr oft ſind auch die Bewegungen der feuerſpeyenden Berge mit Erderſchütterungen begleitet, welche bey dem völligen Ausbruche aufhören, ſo daß man an dem augenſcheinlichen Zuſammenhange der Erdbeben mit den Vulkanen keinesweges zweifeln kan.

Die fürchterlichſten Erdbeben der neuern Zeiten ſind die von den Jahren 1746, 1755, 1774 und 1783 geweſen. Das erſtere verwüſtete Callao, und die Stadt **Lima**, welche ſchon ſeit dem 15ten Jahrhunderte häufigen Anfällen des Erdbebens ausgeſetzt geweſen war. Am erſten November 1755 ward **Liſſabon** durch ein ſchreckliches Erdbeben zerſtört, welches man zu gleicher Zeit auf einem ſehr großen Theile der Erdfläche von Grönland an bis nach Afrika empfand. In Norwegen, Schweden, Deutſchland, der Schweitz, und mehrern Orten bemerkte man es zwar nur an den ungewöhnlichen Bewegungen des Waſſers; aber verſchiedene Orte in Frankreich, faſt ganz Spanien, Marocco, Salee, Fez, Tetuan und Cadix wurden von ernſt-

haftern Folgen deſſelben betroffen. Selbſt in Amerika bemerkte man Spuren dieſer Erſchütterung. Sie ward von einer gewaltſamen Erhebung des Meeres begleitet, welche eine faſt allgemeine Ueberſchwemmung der weſtlichen Küſten unſers feſten Landes veranlaſſete. Das Gewäſſer des Tago ergoß ſich zu verſchiedenen malen über die Trümmern der bereits zerſtörten Stadt. (ſ. *Sam. Chriſt. Hollmann* de terrae motibus, inprimis nupero Vlyſſipponenſi, in Sylloge Commentat. p. 1.) Ein drittes eben ſo ſchreckliches Erdbeben verwüſtete im Jahre 1774 **Guatimala**; und ein viertes verheerte im Februar 1783 ganz **Calabrien** und Meſſina. (Man ſehe des Ritter **Hamilton** Erzählung hievon, Philoſ. Trans. Vol. LXXIII. P. I. überſetzt unter der Aufſchrift: Nachricht von dem letzten Erdbeben in Calabrien und Sicilien ꝛc. aus dem Engliſchen von **G. F. Wehrs**, Hannover. 4.)

Man hat oft wahrgenommen, daß die Erdbeben auf vorzüglich naſſe Jahre folgen, daß vor ihrem Ausbruche häufige Sternſchnuppen, Feuerkugeln und andere leuchtende Meteore, ſchweflich riechende Dämpfe, eine heiße drückende und das Sonnenlicht rothfärbende Luft mit dicken und ſchwarzen Wolken, vorhergehen; ob ſie gleich bisweilen auch nach einer vollkommnen Stille und Heiterkeit der Luft erfolgt ſind. Gewöhnlich ſcheinen die Thiere vorher von Schrecken und Aengſtlichkeit befallen zu werden, die ſie durch Geheul und Winſeln ausdrücken; die Vögel fliegen unruhig hin und her: oft hört man auch ein Getöſe, wie einen unterirdiſchen Donner, wie das Abfeuern des ſchweren Geſchützes, oder wie ein Krachen und Ziſchen; an mehrern Orten treten die Gewäſſer der Flüſſe, Brunnen und Quellen zurück, und kommen erſt nach einiger Zeit trüb und mit Erde oder Sand vermiſcht, wieder. Faſt allezeit ſind die Erdbeben mit heftigen Bewegungen des Meeres begleitet, welches abwechſelnd zurücktritt und ſich wieder erhebet; die Schiffe ſtoßen in den Häfen gegen einander, und ſelbſt in der ofnen See bemerkt man außerordentliche Erſchütterungen.

Die Wirkung der Erdbeben ſelbſt äußert ſich durch

dreyerley Bewegungen, wovon man bisweilen nur eine oder zwo, bisweilen aber alle drey bemerket. Die erſte beſteht aus horizontalen Schwingungen des Bodens, welche, wenn ſie heftig und anhaltend ſind, den Grund ſammt allem, was darauf ſtehet, zerſtören. Dieſe Bewegung fand ſich hauptſächlich bey dem Erdbeben zu Liſſabon. Die zwote beſteht in aufwärts gerichteten Stößen, wodurch die Erdrinde in die Höhe gehoben wird, oft auch bricht, und ganz oder zum Theile wieder einſinket. Das Waſſer folget wegen ſeiner Flüßigkeit dieſer Bewegung noch geſchwinder, als die Erdrinde, ſo wie der Tago zu Liſſabon auf einmal zurücktrat, und binnen vier Minuten wieder 30 Fuß über ſeine gewöhnliche Höhe emporſtieg. Die dritte Bewegung gleichet einer Exploſion oder gewaltſamen und nach allen Seiten wirkenden Zerſprengung, wobey mehrentheils Flammen aus der Erde hervorbrechen, und durch die geriſſenen Oefnungen Waſſer, Aſche, Erde und Steine ausgeworfen werden. Hiebey zeigt ſich die Aehnlichkeit mit den Vulkanen am deutlichſten. Solche Exploſionen zerſtörten im Jahre 1746 binnen drey Minuten den größten Theil der Stadt Lima, überſchwemmten Callao, verſenkten 23 Schiffe, und ließen von 4000 Perſonen nur 200 entkommen. Es brachen dabey in einer Nacht vier Vulkane aus. Dies iſt der höchſte und ſchrecklichſte Grad der Erdbeben, nach deſſen Erreichung ſie auch gemeiniglich nachlaſſen.

Die Stöße der Erdbeben folgen bisweilen langſam, mit dazwiſchen fallenden langen Pauſen, bisweilen mit großer Geſchwindigkeit auf einander. In Lima empfand man deren in 24 Stunden über zweyhundert. Sie nehmen gewöhnlich einen gewiſſen Strich, daher oft Gebäude, die außerhalb dieſes Striches liegen, verſchont bleiben, dagegen andere ganz nahe liegende auf die entgegengeſetzte Seite geworfen werden. Auch die Dauer dieſer ganzen fürchterlichen Begebenheit iſt ſehr verſchieden; in Amerika haben die Erdbeben oft Jahre lang an einerley Orte gewüthet, und faſt täglich ihre Stöße erneuert. Die meiſten Erdbeben erſtrecken ſich nur über eingeſchränkte Gegenden; viele aber breiten ſich auch durch einen ungeheuren Umfang aus,

wie das in Kleinaſien (Plin. H. N. II. 84.), welches im Jahre 17 nach C. G. dreyzehn groſse Städte in einer Nacht zerſtörte, und ſich durch einen Kreis von 300 Meilen im Durchmeſſer verbreitete, oder das vom 1ſten Nov. 1755, deſſen weiten Umfang wir ſchon im Vorigen angeführt haben.

Man kan leicht denken, daſs die Phyſiker zur Erklärung einer ſo auffallenden Naturbegebenheit mancherley Verſuche gemacht haben. Da man ihren unläugbaren Zuſammenhang mit den Vulkanen gar bald gewahr ward, ſo hat man ſie gemeinſchaftlich mit denſelben aus dem unterirdiſchen Feuer erklärt, unter welchem man ſich in ältern Zeiten ein ſogenanntes Centralfeuer vorſtellte, welches die Mitte der Erdkugel ausfüllen ſollte, ſ. **Centralfeuer**. Dieſe groben Begriffe verlohren ſich mit der Zeit, und man fieng an, theils auf andere Urſachen der Erdbeben, z. B. unterirdiſche Winde, Dämpfe u. dgl. zu denken, theils das unterirdiſche Feuer näher an die Oberfläche der Erde zu ſetzen, und die Entſtehung deſſelben aus den Entzündungen der Kieſse und anderer brennbaren Mineralien herzuleiten, ſ. **Vulkane**.

Eine der berühmteſten neuern Hypotheſen über die Urſache der Erdbeben iſt die des D. **William Stukeley** (Letter to Martin Folkes on the cauſes of Earthquakes, Philoſ. Trans. Vol. XLVI. no. 497. The philoſophy of Earthquakes natural and religious. London, 1750. 8.), welcher ſie ganz von der Elektricität herleiten will. Zwey zu London am 8. Febr. und 8. März 1749 verſpürte ziemlich ſchwache Erdbeben hatten ihm dazu Gelegenheit gegeben. Er beſtreitet zuerſt die Meynung, daſs ſie von Explosionen, welche den Erdboden erheben, herrühren könnten, mit einigen nicht ſehr ſtarken Gründen. Es ſey, ſagt er, noch unerwieſen, daſs die Erde ſo viele Klüfte und Höhlen habe, man habe bey der letztern Erſchütterung, die ſich doch auf dreyſsig Meilen im Durchmeſſer erſtreckt, keinen Dampf, Rauch oder Geruch bemerkt, das Syſtem der Brunnen und Quellen ſey nicht geſtört worden; die Theorie der Minenlehre, daſs eine 30 Meilen weit reichende Erſchütterung eine 15—20 Meilen tiefe wirkende Kraft erfordere, und

nach eben dieſer Theorie müßte das Erdbeben in Kleinaſien im 17ten Jahre nach C. G. aus einer Tiefe von 200 Meilen herauf und mit einer Kraft gewirkt haben, welche durch Dämpfe gar nicht hervorgebracht werden könnte. Man ſieht, daß er theils aus Bemerkungen ſchließet, die bey ſehr ſchwachen Erſchütterungen gemacht, und bey weitem nicht allgemein ſind, theils aber auch die Theorie der Minen auf einen Fall anwendet, wobey das Regelmäßige, das ſie voraus ſetzt, nicht mehr ſtatt findet.

Er ſucht es hierauf wahrſcheinlich zu machen, daß das Erdbeben in einer elektriſchen Erſchütterung beſtehe, zeigt aus der vorhergegangnen Witterung und Fruchtbarkeit, aus den Nordlichtern und Meteoren ꝛc., daß die Atmoſphäre zur Zeit der londner Erdbeben vorzüglich elektriſch geweſen ſey. Wenn ſich nun eine unelektriſche Wolke dieſer Atmoſphäre genähert, und ihren Gehalt auf die höchſtelektriſche Erde entladen habe, ſo müſſe daraus eine Erſchütterung der Erdfläche entſtanden ſeyn, aus welcher er alle Phänomene der damaligen londner Erdbeben ganz ungezwungen erkläret. **Dom Andreas Bina** (Ragionamente ſopra la cagione de' terremoti, in Perugia, 1751. 4.) leitet die Erdbeben ebenfalls aus dem leidner Verſuche her, und läßt unterirdiſche Waſſerbehälter mit Schwefel und Pech umzogen, die Stelle der geladnen Flaſchen vertreten. **D. Hales** (Some conſiderations on the cauſes of Earthquakes, in d. Phlilof. Trans. Vol. XLVI. no. 497.) begnügt ſich damit, bloß die ſchwächern Erſchütterungen, welche nicht durch nahe Vulkane verurſachet werden, für Wirkungen der Entzündung aufſteigender Schwefeldämpfe durch das Blitzen einer ſchweflichten Wolke zu erklären.

Beccaria (Lettere dell'elettricismo, Bologna 1758. 4.) trug die Erklärung der Erdbeben aus der Elektricität auf eine beſſere Art vor, zu einer Zeit, da man ſchon richtigere Begriffe von der Entſtehung des Blitzes und von den elektriſchen Erſchütterungen hatte. Er nahm hiebey eine Störung des Gleichgewichts der Elektricität tief im Innerſten der Erde an, welche durch mehrere erſchütternde Schläge gegen die Atmoſphäre, oder gegen andere Theile der Erd-

fläche wieder gehoben werde. Er benützt die Umſtände, daß bey den meiſten Ausbrüchen der Vulkane, beſonders des Veſuvs, aus den aufſteigenden Dampfſäulen häufige Blitze ausbrechen, daß bey den Erdbeben ſelbſt Blitze in der Luft entſtehen, und Flammen aus der Erde hervorbrechen, daß man ein Getöſe, gleich einem Donner, höret, und daß endlich die Stöße der Erdbeben kein allmähliges Heben, wie man etwa von andern Urſachen erwarten könnte, ſondern augenblickliche Erſchütterungen, wie die elektriſchen Schläge, ſind, welche ſich ſogar durch das Waſſer mittheilen, ſo daß ſie auf den Schiffen, viele Meilen weit von den Küſten, gefühlt werden, als ob das Schiff gegen eine Klippe ſtieße. Er führt noch überdies den Verſuch an, daß der elektriſche Schlag durch ein Metall zwiſchen zwo Glasplatten geleitet, die Hand erſchüttert, welche die Glasplatten feſthält.

Dieſen Verſuch hat man in der Folge dem Erdbeben noch ähnlicher zu machen geſucht. **Cavallo** (Vollſtändige Abhdl. der Lehre v. der Elektr. dritte Aufl. Leipz. 1785. gr. 8. S. 184 und 234.) legt die Enden zweener Dräthe auf ein Glas, ſo daß ſie mit einander in einer geraden Linie liegen, und etwa einen Zoll weit von einander abſtehen, ſetzt zwiſchen dieſelben auf das Glas ein ſtarkes Stück Elfenbein, mit einem Gewichte beſchwert, worauf ſich kleine Kartenhäuschen befinden, und läßt den Schlag einer Batterie durch die Dräthe zwiſchen dem Glaſe und Elfenbein hindurchgehen. Das Glas wird dabey mehrentheils zerbrochen, und die Kartenhäuſer leiden eine ſtarke Erſchütterung. Alles dieſes aber iſt ein bloßes Spielwerk, und keinesweges geſchickt, den Urſprung der Erdbeben aus der Elektricität zu erweiſen. Cavallo geſteht auch ſelbſt, (S. 56.) daß die Erklärungen ſo vieler Naturbegebenheiten aus der Elektricität auf den erſten Blick ausſchweifend ſcheinen, und begehrt nur, daß man ſie als Muthmaßungen zulaſſe, welche bey Gelegenheit weiter unterſucht werden könnten.

Inzwiſchen hat man beſonders in Frankreich die Erdbeben mit vieler Zuverläßigkeit für unterirdiſche Gewitter anſehen und gänzlich für elektriſche Wirkungen erklären wol-

len. Wenn auch gleich Einige dabey unterirdiſches Feuer und Dämpfe mitwirken laſſen, ſo leiten ſie doch wenigſtens den Urſprung der Entzündung von Blitzen her, die ſich im Innern der Erde erzeugen ſollen. Der Abbé **Bertholon de St. Lazare** (Journal de Phyſique de l'Abbé *Rozier*, Août 1779.) hat auf dieſe Hypotheſe ſogar einen Vorſchlag gegründet, ganze Gegenden vor den Wirkungen der Erdbeben zu ſchützen. Er räth an, in dieſer Abſicht lange eiſerne Stangen *(para tremblement de terre)* ſo tief als möglich in die Erde einzugraben, deren beyde Enden, ſowohl das eingegrabene, als das in die Luft hervorragende, mit einer Krone von mehreren Spitzen verſehen ſeyn ſollen. Das untere Ende dieſer Stangen ſoll ſich in mehrere lange Zweige verbreiten, um durch dieſes Mittel eine beſtändige leitenden Verbindung und ein ſtetes elektriſches Gleichgewicht zwiſchen der Atmoſphäre und dem Innern der Erde zu erhalten, oder, im Falle einer Störung deſſelben wenigſtens einen unſchädlichen Weg zum Uebergange zu eröfnen. Auch einige deutſche Schriftſteller, z. B. Herr **Wiedeburg** (Ueber die Erdbeben, Jena, 1784. 8.) haben dieſe Vorſchläge wiederholt, und zum Theil als einen Schutz gegen die Erdbeben die Errichtung von Pyramiden u. dgl. vorgeſchlagen. Es fehlt aber ſolchen Vorſchlägen, welche übrigens auf einerley Gründen mit den zugeſpitzten Blitzableitern beruhen, nur daran, daß die Identität der Erdbeben mit den unterirdiſchen Gewittern eine bloße Hypotheſe und durch keine ſo deutlichen Erfahrungen beſtätiget iſt, als die Identität der Gewitter mit der Elektricität.

So gewiß es auch iſt, daß man bey den Erdbeben zu Zeiten Wirkungen der Elektricität verſpürt, ſo geht man doch gewiß viel zu weit, wenn man hierinn die Haupturſache derſelben zu finden glaubt. Ihre Verbindung mit den Vulkanen und überhaupt mit einem Boden, in welchem ſich Klüfte, Höhlen, brennbare Materien und unterirdiſche Entzündungen oder Erhitzungen befinden, iſt gar zu offenbar, als daß man ſie nicht für Wirkungen eben des unterirdiſchen Feuers halten ſollte, welches die Vulkane und heiſ-

ſen Quellen hervorbringt, und von deſſen Entſtehung bey dem Worte: **Vulkane** geredet werden ſoll.

In dieſem unterirdiſchen Feuer, verbunden mit der Luft und dem Waſſer, finden wir Urſachen, deren Stärke hinreichend iſt, alle die im Obigen angeführten ſchrecklichen Phänomene des Erdbebens zu bewirken. Findet die in den Höhlen der Erde durch das Feuer verdünnte Luft keinen Ausgang, wie z. B. durch einen Vulkan, oder wird durch heftige Entzündungen das unterirdiſche Waſſer in einem eingeſchloſſenen Raume in Dämpfe verwandelt, ſo iſt keine Wirkung ſo groß und erſtaunenswürdig, daß ſie nicht von Kräften dieſer Art könnte hervorgebracht werden, ſ. **Dämpfe**. Eben ſo heftig ſind die Wirkungen des Waſſers, wenn es auf ſchmelzendes Metall fällt, wobey oft ein einziger Tropfen deſſelben die gewaltſamſten Exploſionen veranlaſſet. Es wird nicht leicht bey den Erdbeben ein Umſtand vorkommen, der ſich nicht durch dieſes Zuſammenwirken des Feuers, der Luft und des Waſſers mit hinlänglicher Deutlichkeit erklären ließe. Ich muß aber hierüber zu Vermeidung unnöthiger Wiederholungen auf den Artikel: **Vulkane** verweiſen.

Der einzige Umſtand, deſſen Erklärung ohne Beyhülfe der Elektricität Schwierigkeiten zu haben ſcheint, iſt die äußerſt geſchwinde und faſt augenblickliche Fortpflanzung der Erderſchütterungen durch eine ſo große Entfernung. In eben dem Augenblicke, in welchem Liſſabon verwüſtet ward, empfand man die Stöße des Erdbebens in Amerika, und auf den Schiffen in der See, welche ſich in der Richtungslinie deſſelben befanden. Man fragt, ob dieſes nicht einem elektriſchen Schlage weit ähnlicher ſey, als einer durch entzündete Materie und elaſtiſche Dämpfe erregten Exploſion, von welcher ſich kaum denken läßt, daß ſie einen Raum von dieſer Größe einnehmen oder ſo ſchnell durchdringen könne. Es läßt ſich aber hierauf antworten, daß theils Niemand wiſſe, wie weit ſich die Communicationen der unterirdiſchen Höhlen und Gänge erſtrecken, theils daß das Hinzukommen elektriſcher Erſcheinungen bey den Vulkanen und Erdbeben keinesweges geläugnet werde.

Einen von dem Mechanikus Salſano in Neapel erfundenen **Erdbebenmeſſer** beſchreibt Herr **Lichtenberg** (Magazin für das Neuſte aus der Phyſ. ꝛc. II. B. 2 St. S. 68.). Er beſteht aus einem Pendel mit einem Gewichte von 36 Pfund, das am untern zugeſpitzten Ende einen feinen Pinſel mit flüßiger Farbe hat. Dieſer zeichnet die Richtung der Stöße auf ein über einer Bouſſole liegendes Papier. Am Pendel iſt eine Queerſtange mit Klöppeln, die bey der Bewegung deſſelben an eine Glocke ſchlagen, um den Beobachter aufmerkſam zu machen.

Briſſon Dictionnaire de phyſ. art. *Tremblement de terre.*

Bergmann phyſikal. Beſchreibung der Erdkugel; aus dem Schwed. überſ. v. Röhl, Greifswalde, 1780. 2ter B. § 150. u. f.

Erde, ſ. **Erdkugel**.

Erden, Terrae, *Terres*. Feſte, feuerbeſtändige, geſchmackloſe, im Waſſer nicht auflösliche Subſtanzen, welche bey der Zerſetzung der Körper übrig bleiben, ſelbſt aber bisher nicht weiter haben zerlegt werden können. Man giebt ihnen den allgemeinen Namen der **Erden**, weil ſie mit der Maſſe, welche unſern Erdkörper auszumachen ſcheint, in vielen Eigenſchaften übereinkommen, und zählt ſie zu den chymiſchen Grundſtoffen der Körper.

Man hat es ſonſt für ſehr wahrſcheinlich angeſehen, daß es nur eine einzige elementariſche Erde gebe, welche beſonders die Alchymiſten aus dem Regen, Thaue, der Pflanzenaſche, den Mineralien und andern Körpern zu ziehen geſucht, und unter dem Namen der **reinen Erde** (terra virgo) zu den Elementen der Körperwelt gezählt haben, ſ. **Elemente**. Da aber die Natur die Erden nie ganz unvermiſcht erzeuget, die aus den zuſammengeſetzten Körpern erhaltenen aber weſentliche Verſchiedenheiten zeigen, ſo haben die beſten Chymiſten, als **Becher**, **Pott**, **Gerhard**, **Bergmann** u. a. ſich genöthiget geſehen, mehrere Grunderden anzunehmen.

Bergmann (Anleitung zu Vorleſungen über die Chymie. Stockholm u. Leipz. 1779. 8.) unterſcheidet außer der im Diamant und einigen andern Edelſteinen befindlichen **Edelerde**, die er aber in ſeiner Sciagraphia regni minera-

lis (Lipſ. et Deſſav. 1782.) wieder aus der Anzahl der Grunderden hinweggelaſſen hat, noch fünf einfache Erden, die **Schwererde, Kalcherde, Bitterſalzerde, Thonerde** und **Kieſelerde**, von welchen eigne Artikel dieſes Wörterbuchs handeln. Die vier erſten geben mit der Vitriolſäure verbunden den Schwerſpath, den Gyps, das Bitterſalz und den Alaun, die letzte aber iſt in dieſer Säure ganz unauflöslich.

Leonhardi Anm. zu Macquer's chymiſchem Wörterbuch. Art. Erde.

Erdferne, Apogaeum, *Apogée*. Derjenige Punkt in der Bahn eines um die Erde laufenden Geſtirns, in welchem daſſelbe von der Erde am weitſten abſteht.

In dem Weltſyſteme des Ptolemäus war die Erde der Mittelpunkt aller Planetenbahnen, daher man der Sonne ſowohl, als allen übrigen Planeten eine Erdferne beylegen konnte. Seitdem aber die copernikaniſche Meynung vom Weltbau allgemein angenommen worden iſt, bleibt unter allen Geſtirnen der Mond das einzige, das ſeinen Umlauf um die Erde verrichtet, und man kan alſo jetzt bloß nach der Erdferne des Mondes fragen; was ſonſt z. B. Erdferne der Sonne hieß, heißt jetzt Sonnenferne der Erde, ſ. **Sonnenferne.**

Der Mond läuft um die Erde in einer elliptiſchen Bahn ADPE (Taf. I. Fig. 17.), in deren Brennpunkte S die Erde ſteht. Seine Erdferne fällt dabey in A, wo ſein Durchmeſſer von der Erde geſehen unter einem Winkel von 29′ 27″ erſcheint. Dieſem Punkte gegen über liegt in D die Erdnähe, und AP iſt die Apſidenlinie oder Axe der Bahn, ſ. **Erdnähe, Apſidenlinie.** Die Punkte A und P bewegen ſich jährlich um 41 Grad von Abend gegen Morgen fort, und kommen jährlich in weniger als 9 Jahren in einem Kreiſe der Himmelskugel herum, ſo daß ſich in dieſer Zeit die Apſidenlinie völlig einmal umwendet. In der Erdferne iſt der Mond von uns um 63,62 Erdhalbmeſſer oder 54686 geographiſche Meilen entfernt.

Die übrigen Planeten ſind von der Erde am weitſten entfernt, wenn ſie hinter der Sonne oder in ihrer obern

Conjunction mit der Sonne ſtehen, und alsdann erſcheinen auch ihre Durchmeſſer am kleinſten. Es iſt aber weder ſchicklich, noch gewöhnlich, dieſe Punkte ihrer Bahnen mit dem Namen der Erdfernen zu belegen.

Erdgürtel, ſ. **Erdſtriche**.

Erdharze, Bitumina, *Bitumes*. Oelichte Materien von ſtarkem Geruche und veränderlicher Conſiſtenz, die man im Innern der Erde findet.

Ein flüßiges Erdharz iſt das **Bergöl** (Petroleum), welches aus den Spalten gewiſſer Felſen fließet, und deſſen feinere und hellere Gattungen den Namen der **Naphta** führen. Feſte ſind der **Bernſtein** (Electrum, ſuccinum), der **Copal**, das **Ambra**, der **Gagat**, **Aſphalt** und die **Steinkohle**. Alle dieſe Materien machen nebſt dem Schwefel die brennbaren Materiale oder **Inflammabilien** des Mineralreichs aus, ſ. **Brennbare Materien**. Bernſtein und Copal heißen in ganz eigentlichem Verſtande **Bergharze**; Gagat, Aſphalt und Steinkohle werden auch **Bergpeche** genannt.

Alle dieſe Erdharze enthalten eine Menge von Oel, welches ſie entzündlich macht, und dem Bergöle ſehr ähnlich iſt. Da ſich in der Zuſammenſetzung der übrigen Mineralien keine Oele finden, ſo haben ſehr viele Chymiſten den Urſprung der Erdharze von den unter die Erde begrabnen vegetabiliſchen Subſtanzen hergeleitet. Hiezu kömmt noch, daß man durch die Verbindung der mineraliſchen Säuren mit Pflanzenölen die natürlichen Erdharze nachahmen kan; daß die auf der Erdfläche beſtändig untergehenden vegetabiliſchen Materien nothwendig ölichte Materien in die Erde bringen, welche mit der Zeit die Eigenſchaften der Erdharze annehmen müſſen; daß man endlich ſo viele Stücken Bernſtein antrift, in deren Innerm Inſekten und Spuren von Pflanzen eingeſchloſſen ſind. Demohnerachtet iſt dieſer vegetabiliſche Urſprung der Erdharze noch bey weitem nicht völlig erwieſen, und **Gerhard** (Beyträge zur Chymie und Geſchichte des Mineralreichs, Th. II. S. 298.) hält es aus dem Grunde, weil man in dieſen Subſtanzen außer dem

Oele nichts Vegetabiliſches finde, für wahrſcheinlicher, daß dieſes Oel durch die Wirkung der Sonnenſtralen unter dem Waſſer erzeugt werde.

Macquer chym. Wörterbuch, Art. Erdharze.

Erdkugel, Erde, Terra, Globus terraqueus, *Terre.* Dies iſt der Name des Planeten, den wir bewohnen, deſſen Kenntniß alſo einen der wichtigſten Theile der Naturlehre ausmacht. Die Lehre hievon heißt die **Geographie** oder **Erdbeſchreibung**, und wird in die mathematiſche, phyſiſche und politiſche abgetheilt, ſ. **Geographie.** Wir werden in dieſem Artikel aus den beyden erſtern Theilen derſelben Einiges beybringen, was die Erde im Ganzen betrachtet, ohne Rückſicht auf einzelne Theile derſelben, angeht, und daher von ihrer Geſtalt und Größe, ihrem Verhältniſſe zu dem Sonnenſyſtem, von ihrer Oberfläche im Ganzen genommen und der innern Beſchaffenheit ihrer Rinde reden, zuletzt aber die vornehmſten Hypotheſen der Naturforſcher über ihre Entſtehung und Bildung hinzufügen.

Erſte Begriffe von der Kugelgeſtalt der Erde.

Die Erde erſcheint uns überall, wo keine hervorragenden Gegenſtände die Ausſicht hindern, als eine kreisförmige platte Scheibe, deren äußerſte Grenze, der **Horizont**, unmittelbar an das ſcheinbare blaue Gewölbe des Himmels anſtößt. Man kan ſich indeſſen gar bald überzeugen, daß dies nur eine bloße Erſcheinung ſey, wenn man bedenkt, daß der Umfang dieſer geſehenen Fläche ſich ſelten über einige Meilen erſtreckt, da es doch Gegenſtände, z. B. Berge, giebt, welche ihrer Höhe und Größe nach auf eine viel größere Weite hin ſichtbar bleiben müßten, wenn die Erde von einer ebnen Fläche begrenzt würde.

Zwar blieben unter den Alten ſehr viele bey dieſer erſten Erſcheinung ſtehen, oder machten ſich auch wohl, durch Begriffe vom Schwimmen der Erde verführt, von ihrer Geſtalt noch ſeltſamere Vorſtellungen, welche **Riccioli** (Almageſtum nov. To. I. L. 2. cap. 1.) aus den Schriften der Alten mit vielem Fleiße zuſammengetragen hat. So legte **Leucippus** nach dem Berichte des **Diogenes Laer**-

tius (Vit. Philoſophorum L. IX.) der Erde die Geſtalt einer Walze, d. i. einer platten Scheibe, bey, welcher Meynung die Kirchenväter großentheils beygetreten ſind; **Demokrit** hingegen gab ihr die Figur eines Kahns oder Schiffes, welches auch die Meynung der Chaldäer geweſen ſeyn ſoll. Doch haben die meiſten und angeſehenſten Weltweiſen Griechenlands, **Thales**, **Anaximander**, **Parmenides**, **Epikur** und **Pythagoras** bereits die richtige Meynung von der Kugelgeſtalt der Erde angenommen.

Ariſtoteles (De coelo L. II. c. 4.) verſucht ſogar einen Beweis dieſer kugelähnlichen Geſtalt aus bloßen Vernunftſchlüſſen zu geben. Da das Waſſer, ſagt er, allezeit die niedrigſte, d. i. die dem Mittelpunkte der Erde nächſte, Stelle ſucht, ſo kan es in keinem Theile des Meeres höher oder vom Mittelpunkte entfernter, als in dem andern, ſtehen; es würde ſonſt von den höhern Theilen ab und ſo lange gegen die niedrigern fließen, bis es überall eine gleiche Höhe, d. i. einen gleichen Abſtand vom Mittelpunkte erlangt hätte. So folgt, daß alle Stellen des Meeres von einem gemeinſchaftlichen Mittelpunkte gleich weit abſtehen, welches bey keinem andern Körper, als bey einem kugelähnlichen, gedacht werden kan. Offenbar enthält dieſer vermeynte Beweis eine Vorausſetzung deſſen, was zu erweiſen war, daß es nemlich einen Mittelpunkt gebe; die Vertheidiger der platten Geſtalt würden dies nicht einräumen, ſondern die Richtungslinien, nach welchen die flüßigen Körper ſinken, überall für gleichlaufend annehmen. Inzwiſchen haben doch auch **Riccioli** und **Snellius** (Eratoſthenes Batavus L. I. c. 2.) dieſen Beweis aufgenommen, und ihn auf den Satz des **Archimedes** (De inſidentibus humido L. I. prop. 2.), daß die Oberfläche des Waſſers eine kugelrunde Geſtalt annehme, gegründet.

Den einleuchtendſten Beweis von der Kugelgeſtalt der Erde geben die Mondſinſterniſſe. Da es bey einiger Aufmerkſamkeit auf den Himmel gar bald in die Augen fällt, daß das, was den Vollmond verdunkelt, nichts anders als der Schatten ſey, den die Erde der Sonne gegenüber auf denſelben hinwirft, und da die Grenzen dieſes Schattens

ſich jederzeit als Kreisbogen zeigen, ſo iſt der Schluß ſehr leicht, daß der völlige Erdſchatten ein Kreis ſeyn müſſe. Nun giebt es aber außer der Kugel keinen Körper, der in allen Lagen einen kreisförmigen Schatten wirft; es lehrt alſo der Augenſchein ſelbſt die kugelförmige Rundung der Erde. Wahrſcheinlich ſind auch die griechiſchen Weltweiſen, und vielleicht noch vor ihnen andere Völker, welche richtige Kenntniſſe von der Urſache der Mondfinſterniſſe hatten, hiedurch auf den rechten Begriff von der Geſtalt der Erde geleitet worden.

Eben ſo deutliche Beweiſe dieſer Geſtalt finden ſich in den verſchiedenen Stellungen der Himmelskörper gegen den Horizont, wenn ſie von verſchiedenen Orten der Erdfläche aus betrachtet werden. Wenn ein Reiſender ſeinen Weg beſtändig nach Norden richtet, ſo ſteigen ihm die dorthin ſtehenden Sterne immer weiter über ſeinen Horizont empor, indeß die nach Süden ſtehenden immer tiefer hinabſinken: auch bleiben ihm am nördlichen Horizonte immer mehr Sterne ſichtbar, die ſich vorher unter dieſen Horizont verbargen; am ſüdlichen hingegen verliert er immer mehr Geſtirne gänzlich aus den Augen. So erhebt ſich z. B. in Alexandrien der Stern Canopus im Ruder des Schiffs Argo täglich um einige Grade über den ſüdlichen Horizont; zu Rhodus ſtreicht eben derſelbe Stern nur gerade am Horizonte hin, und verſchwindet ſogleich wieder; wenn man endlich noch weiter nordwärts bis nach Griechenland kömmt, ſo verliert man ihn gänzlich aus den Augen. Dies ſind Erſcheinungen, welche auf einer ebnen Erdfläche gar nicht ſtatt finden könnten, auf welcher ein Geſtirn, das ſich einmal über ihr befindet, von allen Punkten aus ſichtbar bleiben muß. Auf einer gekrümmten Fläche hingegen, wie ZR (Taf. VIII. Fig. 1.), iſt es leicht begreiflich, wie der Stern S, der dem in Z befindlichen Auge ſichtbar war, dem nach R übergegangenen Auge, deſſen Ausſicht durch die Fläche HR begrenzt wird, verſchwinden, und ſich unter den Horizont HR verbergen kan. Es lehrt aber auch die Erfahrung, daß dieſes Herabſteigen der ſüdlichen Geſtirne gegen den ſüdlichen Horizont und die Erhebung der nördli-

chen auf der andern Seite ziemlich gleichviel beträgt, wenn man um gleichviel weiter gegen Norden geht; dies zeigt eine ziemlich gleichförmige, d.i. eine kreisähnliche Krümmung der Erdfläche nach der Richtung von Süden gegen Norden an. Und da man dieſelbe Erſcheinung in allen Gegenden der Erde, in welchen man von Süden gegen Norden reiſen kan, in Europa ſowohl, als in Amerika und auf dem Weltmeere mit gleicher Größe bemerkt, ſo folgt, daß ſich rings um die Erdfläche gleich große Kreiſe in der erwähnten Richtung ziehen laſſen.

Daß aber die Erdfläche auch nach der Richtung von Oſten gegen Weſten, welche auf der vorigen ſenkrecht ſtehet, rund ſey, erhellet daraus, weil alle Himmelskörper bey ihrem ſcheinbaren täglichen Umlaufe um die Erde den oſtwärts liegenden Ländern früher auf- und untergehen, als den weſtwärts gelegnen. Man bemerkt dieſes ſehr deutlich bey ſolchen Himmelsbegebenheiten, welche allen Bewohnern der Erde zugleich in einerley Augenblicke erſcheinen müſſen, dergleichen die Verfinſterungen des Mondes und der Jupiterstrabanten ſind. So wird z. B. bey dem Anfange einer Mondfinſterniß Rußland eine ſpätere Tagesſtunde, als Deutſchland, Deutſchland eine ſpätere, als England u. ſ. w. zählen, ein Beweis, daß der Mittag, als der Anfang der Tagesſtunden in Rußland früher als in Deutſchland u. ſ. w. eingetreten ſey, mithin die Sonne bey ihrem täglichen Umlaufe Rußland früher, als Deutſchland und England beſchienen habe. Und da dies rings um die ganze Erde auf eine völlig gleichförmige Art erfolget, ſo läßt ſich ſchließen, daß denen von Oſten nach Weſten gehenden Tagekreiſen der Geſtirne ähnlich liegende Kreiſe auf der Oberfläche der Erde correſpondiren, welches die Ueberzeugung von der Rundung der Erde nach allen Richtungen gänzlich vollendet.

Hiezu kömmt, daß den Reiſenden, und vornehmlich den Seefahrern, die Spitzen der Berge und die Maſten der Schiffe eher ſichtbar werden, als der Fuß oder Grund, worauf dieſelben ſtehen — eine Erſcheinung, welche auf einer ebnen Fläche unmöglich wäre, auf welcher ſich entlegne

Berge u. dgl. nothwendig auf einmal mit ihrer ganzen Höhe darſtellen müßten.

Die Umſchiffungen der Erdkugel haben endlich, ſelbſt für den gemeinſten und ungebildetſten Theil der Menſchen, die Rundung der Erde zu einer unbezweifelten Gewißheit gebracht. Es iſt nemlich bereits über 25mal unſere Erdkugel von Seefahrern mehrerer Nationen ſo umſegelt worden, daß dieſelben durch eine nach einerley Weltgegend fortgeſetzte Reiſe, ohne umzukehren, an den Ort ihrer Abreiſe wieder zurückgekommen ſind. **Hernand Magellans**, ein Portugieſe, der erſte Weltumſegler, lief mit ſeiner Flotte den 10. Aug. 1519 von Sevilla aus, entdeckte an der ſüdlichen Spitze von Amerika die lange Meerenge, welche das feſte Land von dem ſogenannten Feuerlande ſcheidet, und noch von ihm den Namen der **magellaniſchen Straße** führt, gieng durch dieſelbe in die Südſee und nach Aſien über, und ob er gleich in der philippiniſchen Inſel Sebu ſein Leben verlohr, ſo kam doch eines ſeiner Schiffe, durch einen beſtändig weſtwärts gerichteten Lauf, am 7. Septbr. 1522 wieder nach Spanien zurück. Die merkwürdigſten unter den folgenden Umſchiffungen ſind die des **Franz Drake**, eines Engländers, vom Ende des Jahres 1577 bis zum 16. Sept. 1580; des **William Dampier** von 1689 bis 1691; des Lord **Georg Anſon** von 1740 bis 1744, des Commodore **Byron** von 1764 bis 1766, der Capitains **Wallis** und **Carteret** in den Jahren 1766 bis 1769, des **Bougainville**, eines Franzoſen, ebenfalls 1766 bis 1769; und endlich die drey Seereiſen des unvergeßlichen engliſchen Seecapitains **James Cook**, deren erſte in den Jahren 1768 – 1771 mit den Herren **Banks** und **D. Solander**, die zwote mit beyden Herren **Forſter** 1772 — 1775, die dritte endlich als eine Entdeckungsreiſe im Ocean zwiſchen Amerika und Aſien von 1776 — 1780 gemacht wurde. Auf der letztern verlohr zwar der durch ſo viele wichtige Entdeckungen berühmte Seefahrer auf der Inſel O-wai-hi im nordlichen Theile des großen Oceans unglücklicher Weiſe ſein Leben; es kam aber doch ſein Schiff unter der Führung des Capitains **King** nach England zurück. Alle dieſe Reiſen, nur

die beyden letztern ausgenommen, ſind ganz in der Richtung von Morgen gegen Abend ausgeführt worden, und zeigen aus dem beſtändig ähnlichen Anblicke der Erde und des Himmels in den mancherley beſuchten Gegenden unwiderſprechlich, daß die ganze Erd- und Waſſermaſſe nirgends von einem andern Körper unterſtützt, ſondern eine im Weltraume **freyſchwebende Kugel** ſey. Daß übrigens die auf der Erdfläche befindlichen Erhöhungen viel zu unbeträchtlich ſind, um eine merkliche Abweichung von der Kugelgeſtalt zu veranlaſſen, iſt bereits bey dem Worte: **Berge** erinnert worden.

Man nehme die Erde einſtweilen, und bis genauere Unterſuchungen etwas anders ergeben, für eine vollkommne Kugel an, auf deren Fläche ſich nach den Regeln der Sphärik größte und kleinere Kreiſe ziehen laſſen. Die Folge wird auch lehren, daß dieſe Vorausſetzung wenigſtens nicht weit von der Wahrheit abweiche.

Horizont, Pole, Aequator und Mittagskreiſe der Erdkugel.

Derjenige Kreis, welcher auf einem ebnen Felde oder auf der See überall um uns her unſere Ausſicht begränzt, heißt der **Horizont** oder **Geſichtskreis**. Seine Ebne hor (Taf. VIII. Fig. 2.) berührt die Erdfläche in o, wo der Zuſchauer ſtehet, die Oberfläche des ſtillſtehenden Waſſers iſt aller Orten mit ihr parallel, und die Richtung des Bleyloths oder der Schwere oC ſteht auf ihr lothrecht, wie der Halbmeſſer auf der Tangente des Kreiſes. Wäre alſo die Erde eine vollkommne Kugel, ſo würde die Schwere auf ihr überall genau nach dem Mittelpunkte C wirken.

Ob gleich der Horizont hor nur einen ſehr kleinen Theil der Erdfläche überſehen läßt, ſo lehren doch die Beobachtungen der Sternſeher, daß er uns von der ſcheinbaren Himmelskugel, an welcher die Fixſterne zu ſtehen ſcheinen, die völlige Helfte oder 180° eines jeden größten Kreiſes derſelben zu ſehen erlaube. Denn, wenn man die Wirkungen der Stralenbrechung abrechnet (ſ. **Stralenbre-**

chung, aſtronomiſche), ſo geht von zween Fixſternen, die einander gerade entgegenſtehen, oder um 180° aus einander ſind, der eine zu eben der Zeit unter, wenn der andere aufgeht, und ein Fixſtern, der ſeinen täglichen Umlauf in einem größten Kreiſe zu verrichten ſcheint, iſt eben ſo lange Zeit über, als unter dem Horizonte. In der Figur läßt ſich dieſes auf keine Weiſe darſtellen. Da man doch die ſcheinbare Himmelskugel HZRN als einen Kreis um den Mittelpunkt der Erde C vorſtellen muß, weil ſonſt, wenn man ſie um o beſchreiben wollte, jeder Ort der Erde eine andere ihm eigne Himmelskugel erfordern würde, ſo bleibt der Theil hZr, den der Horizont abſchneidet, von dem wirklichen Halbkreiſe HZR allezeit um die Bogen Hh, Rr unterſchieden. Dieſe Bogen aber werden deſto kleiner, oder machen einen deſto unbeträchtlichern Theil des ganzen Kreiſes aus, je größer der Halbmeſſer der Himmelskugel CZ in Vergleichung mit dem Halbmeſſer der Erde Co angenommen wird. Iſt CZ etwa 60mal ſo lang, als Co, ſo beträgt Hh etwas weniger, als einen Grad; iſt CZ= 24000 Co, ſo macht Hh nur 8—9 Secunden aus u. ſ. w. Soll Hh aber gänzlich verſchwinden, ſo muß CZ unendlich groß gegen Co, oder was eben ſo viel iſt, Co als ein bloßer Punkt gegen CZ angeſehen werden. Nun zeigen die aſtronomiſchen Beobachtungen in der That, daß bey dem ſcheinbaren täglichen Umlaufe der Geſtirne, der Bogen Hh für den Mond ohngefähr einen Grad, für die Sonne 8—9 Secunden betrage, für die Fixſterne aber ganz unmerklich ſey; woraus folget, daß der Halbmeſſer der Himmelskugel, wenn ſich dieſelbe nur bis an den Mond erſtreckt, etwa 60mal; wenn ſie bis an die Sonne reicht, 24000mal; wenn ſie aber, wie doch nothwendig iſt, bis zu den Fixſternen ausgedehnt werden ſoll, unendlichemal größer, als der Halbmeſſer der Erde, geſetzt werden muß. Das heißt, ſo groß uns auch die Erdkugel in Vergleichung mit den uns bekannten Maaßen ſcheinen mag, ſo iſt doch ihr Halbmeſſer, mithin auch die ganze Kugel ſelbſt, in Vergleichung mit dem Abſtande der Fixſterne und mit der Größe des ganzen Weltgebäudes blos für einen unbeträchtlichen

Punkt zu halten. Genauere Beſtimmungen hierüber wird man bey dem Worte: **Parallaxe** finden.

Man muß ſich daher bey der Figur, welche doch die Erde nothwendig mit einiger Größe vorſtellen muß, immer hinzudenken, daß ſich dieſe Größe in einen einzigen Punkt zuſammenzieht, wenn das richtige Verhältniß gegen die Größe der Himmelskugel beobachtet werden ſoll. Bey dieſer Zuſammenziehung fällt o in C, und der ſcheinbare Horizont hor wird nun einerley mit dem **wahren Horizonte** HCR, ſ. **Horizont.**

Wenn man ſich auf dieſe Art Erd- und Himmelskugel als zwo concentriſche Kugeln gedenkt, deren erſte nur ungemein viel kleiner als die letztere iſt, ſo läßt ſich für jeden Punkt und Kreis der letztern auch ein correſpondirender Punkt oder Kreis auf der erſtern angeben. Was die Punkte betrifft, ſo darf man nur von dem Punkte der Himmelskugel einen Halbmeſſer nach dem gemeinſchaftlichen Mittelpunkte C ziehen, welcher auf der Erdfläche den übereinſtimmenden Punkt abſchneiden wird. So viel die Kreiſe anlangt, ſind ſie entweder größte oder kleinere. Bey den größten geben ſich die übereinſtimmenden Kreiſe auf der Erdkugel da, wo ihre Ebne ſich mit der Erdfläche ſchneidet. Auf den kleinern, z. B. DE, läßt ſich bis an den Mittelpunkt C der ſenkrechte Kegel DCE aufrichten, deſſen Durchſchnitt mit der Erdfläche de den übereinſtimmenden kleinern Kreis auf der letztern giebt. So ſtimmt z. B. der Punkt Z des Himmels (ſ. **Zenith**) mit dem Standorte auf der Erdkugel o, der wahre Horizont am Himmel HR mit dem größten Kreiſe der Erdkugel mn überein, welcher vom Standorte o überall um 90° eines größten Kreiſes der Erde entfernt iſt, u. ſ. w. Von allen dieſen Kreiſen und Punkten wird der folgende Artikel: **Erdkugel, künſtliche,** mehrere Nachricht geben; hier wird nur nöthig ſeyn, von den Polen, dem Aequator und den Mittagskreiſen noch etwas weniges anzuführen.

Die ganze Himmelskugel mit allen Geſtirnen ſcheint ſich binnen 24 Stunden von Morgen gegend Abend ſo herum zu bewegen, daß alle Punkte derſelben Kreiſe beſchrei-

ben, die mit einander ſelbſt, und mit einem gewiſſen gröſten Kreiſe AQ parallel laufen, welcher letztere in unſern Ländern eine ſchiefe Lage gegen den Horizont HR hat, und der **Aequator** genannt wird. Nach den Lehren der Sphärik haben alle dieſe parallelen Kreiſe eine gemeinſchaftliche auf dem Aequator ſenkrecht ſtehende Axe PS, die **Weltaxe**, deren äußerſte Punkte P und S ihre Pole, die **Weltpole**, ſind, und die Bewegung ſcheint ſo zu erfolgen, als ob die ganze geſtirnte Hohlkugel ſich täglich um die unbewegt bleibende Axe PS umdrehete. Dem Aequator, den Weltpolen und der Weltaxe correſpondiren auf der Erdkugel der **Aequator der Erde** ap, die **Erdpole** p und s, und die **Erdaxe** ps, welche ein Stück der Weltaxe PS ſelbſt iſt.

Der tägliche Umlauf der Geſtirne kan nun entweder in einer wirklichen Umwälzung der ganzen Himmelskugel um die Erde beſtehen, welches jedoch wegen der ungeheuren Entfernung der Fixſterne und der ungemeinen Kleinheit der Erde höchſt unwahrſcheinlich iſt, oder er kan eine bloße Erſcheinung ſeyn, und ohne die mindeſte Bewegung der Sterne lediglich daher rühren, daß ſich die Erdkugel, ohne daß wir es bemerken, nach der entgegengeſetzten Richtung, d. i. von Abend gegen Morgen, um die Erdaxe ps drehet, wobey die Pole p und s unbewegt bleiben, alle übrige Punkte der Erdfläche aber Kreiſe beſchreiben, welche unter einander ſelbſt und mit dem Aequator aq parallel ſind. Dieſe letztere Erklärung iſt jetzt zu einem Grade der Wahrſcheinlichkeit erhoben, der ſich faſt der Gewißheit gleich ſetzen läßt, ſ. **Weltſyſtem**. Dem ſey aber vorjetzt, wie ihm wolle, ſo ſind doch die erwähnten Punkte und Kreiſe der Erdkugel vorzüglich wichtig. Wir nennen denjenigen Pol p, der unſerm Standorte oder o am nächſten liegt, den **Nordpol** den entgegengeſetzten s den **Südpol**, und geben den beyden Helften, in welche die Erdfläche durch den **Aequator** aq eingetheilt wird, die Namen der **nördlichen** und **ſüdlichen Halbkugel**.

So wie am Himmel derjenige gröſte Kreis, welcher durch die Pole und das Zenith des Beobachtungsorts geht,

PZAHSRP, der **Mittagskreis** heißt, ſo führt der übereinſtimmende gröſſte Kreis der Erdfläche p o a m s n p, welcher durch die Erdpole und den Standort o gezogen werden kan, den Namen des **Mittagskreiſes** oder **Meridians** für den Ort o. Man pflegt aber dieſen Namen bisweilen auch nur derjenigen Helfte des Kreiſes p o m s beyzulegen, in welcher der Ort o ſelbſt liegt, und die andere Helfte s n p als den entgegengeſetzten Meridian zu betrachten. In dieſem Sinne iſt der Meridian von **Leipzig** derjenige halbe gröſſte Kreis der Erdfläche, welcher durch beyde Pole und Leipzig geht. Alle diejenigen Orte, durch welche dieſer Halbkreis geht, haben mit Leipzig einerley Meridian, und es laſſen ſich auf der Erdfläche ſoviel Meridiane denken, als man Punkte im Aequator annehmen kan. Alle dieſe Halbkreiſe laufen in den beyden Polen zuſammen, und durchſchneiden den Aequator unter rechten Winkeln.

Jeder Mittagskreis wird, wie der Cirkel überhaupt, in 36 Grade, und der Grad ferner in Minuten und Secunden getheilt. Wer auf der Erdfläche in der Richtung des Mittagskreiſes, d. i. genau nach Mitternacht oder Mittag zu, z. B. von o nach d fortgeht, deſſen Zenith muß an der Himmelskugel zugleich von Z nach D fortrücken, und alſo ſeinen Abſtand vom Pole P, von dem im Mittagskreiſe liegenden Punkte des Aequators A, und überhaupt von allen feſten Punkten des Mittagskreiſes am Himmel, um den Bogen ZD ändern. Da dieſer Bogen ZD dem o d gleich, oder das Maaß ebendeſſelben Winkels ZCD iſt, ſo erfährt man, um wieviel Grade, Minuten ꝛc. des Mittagskreiſes man fortgegangen ſey, wenn man durch aſtronomiſche Werkzeuge mißt, um wieviel ſich der Abſtand des Pols, des Aequators, des Durchgangspunkts eines Sterns durch den Mittagskreis u. ſ. w. vom Zenith oder, was eben ſoviel iſt, vom Horizonte geändert habe. Mit andern Worten: Die Aenderung der Polhöhe, Aequatorhöhe, Mittagshöhe der Geſtirne giebt die Anzahl der Grade des Mittagskreiſes an, um welche man fortgegangen iſt. Fände man z. B. den Pol in d um 1° höher über den Horizont gerückt, als man ihn in o ſahe, oder fände man die Mittags-

höhe eben deſſelben Sterns in d um einen Grad von der in o verſchieden, ſo würde daraus folgen, daß der Bogen o d einen Grad des Mittagskreiſes betrüge. Wenn man nun durch geometriſche Mittel die Länge des Weges o d in gewöhnlichen Maaßen abmäße, ſo würde ſich daraus die Größe eines Grades vom Umfange der Erdkugel, und unter der Vorausſetzung, daß ſie eine vollkommne Kugel ſey, durch Multiplication mit 360 die Länge des Umfangs, mithin auch die des Durchmeſſers, und überhaupt die Größe der ganzen Kugel ergeben. Ehe wir aber dieſe Unterſuchungen weiter fortſetzen können, müſſen wir zuvor die eigentliche Geſtalt der Erde genauer prüfen.

Abgeplattete Geſtalt der Erde.

Die phyſikaliſche Urſache, welche der Erde bey ihrer Entſtehung eine kugelähnliche Rundung gegeben hat, iſt unſtreitig die Schwere der ganzen zur Erde gehörigen Materie, ſ. **Gravitation, Schwere der Erdkörper.** Dieſe Kraft, von deren Daſeyn uns die Erfahrung überzeugt, ob wir gleich ihre Urſache nicht kennen, treibt jeden zur Erde gehörigen Theil der Materie nach allen übrigen zu, woraus eine mittlere Richtung nach dem gemeinſchaftlichen Mittelpunkte aller Anziehungen entſtehet, nicht als ob dieſer Mittelpunkt mit einer beſondern Kraft verſehen wäre, ſondern weil die Gravitationen nach allen auf verſchiedenen Seiten liegenden Theilen durch ihr Zuſammenkommen eine Bewegung oder Sollicitation nach dieſer mittlern Richtung bewirken. So muß ſich eine Menge von Theilen, in welche keine weitere Kraft, als dieſe ihre wechſelſeitige Gravitation gegen einander wirkt, von ſelbſt in die Geſtalt einer Kugel ordnen, weil die Theile von allen Seiten her ſo nahe, als möglich, auf das Ganze zu gehen, und ſich ſo lange bewegen und vertheilen werden, bis auf allen Seiten eine völlige Gleichförmigkeit ſtatt findet. Aus eben dieſer Urſache finden wir auch die Kugelgeſtalt an allen bisher bekannten Himmelskörpern.

Die Erfahrung belehret uns, daß die Richtung der Schwere, an allen Orten der Erdfläche, auf der Oberfläche

des ſtillſtehenden Waſſers oder auf der Ebne des Horizonts, welche die Erdfläche ſelbſt berührt, lothrecht ſtehe. Wäre die Erde eine vollkommne Kugel, ſo müßten alle dieſe Richtungslinien der Schwere in einen gemeinſchaftlichen Mittelpunkt zuſammentreffen. Auch würde nach den Geſetzen der Gravitation die Schwere, als beſchleunigende Kraft betrachtet, an allen Stellen der Erdfläche gleich groß ſeyn müſſen, weil ſie alle von dem Mittelpunkt gleich weit entfernt wären, vorausgeſetzt, daß ſich die Erde in einer vollkommnen Ruhe befände.

Wenn ſich aber die Erdkugel, wie das copernikaniſche Syſtem annimmt, täglich einmal um ihre Axe drehet, ſo entſteht hieraus für jeden Punkt der Erdfläche ein **Schwung** (ſ. **Centralbewegung, Centralkräfte**) oder eine **Schwungkraft**, deren Richtung in dem Halbmeſſer des von den Körpern beſchriebenen Kreiſes liegt, indem ſich dieſe Körper von dem Mittelpunkte dieſes Kreiſes, vermöge der ihnen mitgetheilten Bewegung, zu entfernen ſtreben. So wird z. B. wenn ſich die Kugel (Taf. VIII. Fig. 3.) um die Axe PR drehet, in Q ein Schwung nach q, in E und G nach e und g entſtehen. Die Richtung dieſer Schwungkräfte iſt unter dem Aequator in Q der Richtung der Schwere QC gerade und gänzlich, in E und G aber den Richtungen der Schwere EC und GC wenigſtens zum Theil entgegengeſetzt. Daher wird ein Theil der Schwere darauf verwendet werden, die Wirkung des Schwunges aufzuheben, und die Körper, welche ſonſt von der Erde hinwegfliegen würden, auf der Oberfläche derſelben zu erhalten. Dieſer verwendete Theil der Schwere kan natürlich nichts weiter bewirken; er wird alſo der Schwere der Erdkörper, in ſofern man dieſelbe durch ihre übrigen Wirkungen bemerkt, abgehen, d. h. man wird die Schwere vermindert finden. Aus einer doppelten Urſache muß dieſe Verminderung der Schwere unter dem Aequator AQ am ſtärkſten ſeyn; einmal, weil der Kreis der täglichen Umdrehung daſelbſt am größten iſt, und die Körper ſchneller, als in den Kreiſen DE und FG, geſchwungen werden, und dann, weil hier die Richtung der Schwungkraft Qq der

Schwere nach C gerade, bey E und G aber nur zum Theil entgegengeſetzt iſt. Im Pole P hingegen muß die Kraft der Schwere ganz unvermindert bleiben, weil daſelbſt die umdrehende Bewegung gar nicht mehr ſtatt findet. Ausführlichere Beſtimmungen hievon ſ. bey dem Artikel: **Schwungkraft.**

Die Verminderung der Schwere läßt ſich am bequemſten durch den Gang eines Pendels wahrnehmen, welches nach den bey dem Worte: **Pendel** beyzubringenden Gründen, ſeine Schwingungen in deſto kürzerer Zeit vollendet, je kürzer es ſelbſt, und je größer die Kraft der Schwere iſt. Dreht ſich alſo die Erde wirklich um ihre Axe, ſo läßt ſich erwarten, daß eben daſſelbe Pendel ſeine Schwingungen in den Gegenden des Aequators langſamer, als in unſern Ländern, verrichten werde.

Picard (Méſure de la terre. Paris, 1671. 8. Art. 4.) gedenkt zum Erſtenmale einer in der Akademie der Wiſſenſchaften vorgetragnen Muthmaßung, daß ſchwere Körper, wenn die Umwälzung der Erde angenommen werde, unter dem Aequator mit geringerer Kraft fallen müßten, als unter den Polen. Er bemerkt, daß hieraus eine Verſchiedenheit in den Secundenpendeln entſtehen müſſe, welche da geſchwinder gehen würden, wo mehr Schwere ſtatt fände, und fügt hinzu, einige in London, Lion und Bologna gemachte Erfahrungen ſchienen anzuzeigen, daß man das Secundenpendel deſto kürzer machen müſſe, je mehr man mittagwärts oder gegen den Aequator der Erde zu gehe. Doch ſchienen andere Erfahrungen zu widerſprechen, indem man im Haag und zu Paris die Längen des Secundenpendels gleich groß gefunden habe.

Die Pariſer Akademie ertheilte im Jahre 1671 dem Herrn **Richer** unter andern den Auftrag, bey ſeinem Aufenthalte auf der Inſel Cayenne, welche bey Südamerika nur 5° nordwärts vom Aequator liegt, die dortige Länge des Secundenpendels zu unterſuchen. Er fand (Obſervations aſtronomiques et phyſiques faites à Cayenne. Paris, 1670. fol.), daß ſeine aus Paris mitgebrachte Pendeluhr in Cayenne täglich um 2 Minuten zu langſam gieng, ſo

daß er genöthigt war, die Pendelſtange derſelben um $1\frac{1}{4}$ Lin. zu verkürzen, wenn ſie ihre 3600 Schwingungen in einer Stunde richtig ſchlagen ſollte. Dagegen mußte ſie bey der Zurückkunft nach Paris, weil nun die Uhr zu geſchwind gieng, wieder auf die vorige Länge zurückgebracht werden. Hiedurch ward es alſo außer Zweifel geſetzt, daß die Schwere der Körper gegen den Aequator hin geringer werde, und man erhielt dadurch zugleich einen ſtarken Beweis für die Wirklichkeit der Umwälzung der Erde und für das copernikaniſche Syſtem.

Von dieſer Zeit an kam **Huygens**, welcher die Sätze von der Schwungkraft im Kreiſe zuerſt bekannt gemacht hat, auf die Vermuthung, daß die mit geringerer Schwere verſehenen Theile der Erde um den Aequator, mit den ſchwerern Theilen gegen die Pole hin nicht im Gleichgewichte ſtehen könnten, wenn die Erde eine vollkommne Kugel wäre. Geſetzt auch, ſie ſey Anfangs eine flüßige Kugel geweſen, ſo würden doch ihre Theile durch die tägliche Umdrehung ſich deſto mehr erhoben haben, je näher ſie dem Aequator geweſen wären, dagegen würden die ſchwereren Theile um die Pole tiefer gegen den Mittelpunkt herabgeſunken ſeyn, und das Ganze würde alſo die Geſtalt eines um die Pole zuſammengedrückten oder **abgeplatteten Sphäroids** (*Sphèroide applâti*) (Taf. VIII. Fig. 4.) erhalten haben. Eben das müßte erfolgt ſeyn, wenn auch nur die Oberfläche der Erde überall mit Waſſer bedeckt geweſen wäre. Und da die Erde um den Aequator herum wirklich große Meere hat, ſo muß der Schwung ihnen dieſe Geſtalt wirklich geben, welche auch das feſte Land haben muß, weil es ſonſt vom Meere überſchwemmt werden müßte.

Aus dieſen Gründen erklärt **Huygens** (De cauſa gravitatis, in Opp. cura s'*Graveſande*. Lugd. Bat. 1724. 4. To. I.) die Erde für ein abgeplattetes Sphäroid, deſſen Durchmeſſer durch den Aequator AQ etwas größer ſey, als die von Pol zu Pol gehende Axe PS. Er führt zu Beſtärkung dieſes Satzes den Verſuch mit einer weichen Thonkugel an, welche an eine Axe geſteckt und ſchnell herumgedreht, wirklich eine ſolche Geſtalt erhält, an dem Pole der Umdrehung

ſich abplattet, und um den Aequator aufſchwillt. Er wagt ſich ſogar an eine Berechnung des Verhältniſſes CA:CP, indem er dieſe beyden Längen als communicirende Röhren mit Flüßigkeiten von ungleichen Schweren gefüllt anſieht, und deren Höhen für den Fall des Gleichgewichts nach hydroſtatiſchen Geſetzen berechnet. Da er gefunden hatte, daß die Schwungkraſt im Aequator $\frac{1}{289}$ von der Schwere daſelbſt betrage, ſo beſtimmt er hieraus, daß CP um $\frac{1}{578}$ kleiner, als CA ſey.

Newton (Philoſ. natur. principia math. L. III. prop. 18. 19.) trägt eben dieſen Satz von der ſphäroidiſchen Geſtalt der Erde als eine Folge ſeines vortreflichen Syſtems über die Geſetze der Gravitation und Schwungkraft vor. „Die Planeten, ſagt er (prop. 18.), müßten, wenn ſie „ſich nicht täglich umdrehten, wegen der von allen Seiten „her gleichen Schwere der Theile, eine Kugelgeſtalt an„nehmen. Durch die Kreisbewegung aber werden die Thei„le von der Axe entfernt, und ſtreben ſich um den Aequa„tor zu erheben. Daher wird die Materie, wofern ſie „flüßig iſt, den Durchmeſſer um den Aequator durch ihr „Aufſteigen vergrößern, die Axe hingegen durch ihr Nie„derſinken bey den Polen verkürzen. So findet man den „Durchmeſſer des Jupiters, nach **Caſſini** und **Flam„ſtead's** Beobachtungen, zwiſchen ſeinen Polen kürzer, „als nach der Richtung von Morgen gegen Abend. Aus „eben dem Grunde muß unſere Erde um den Aequator hö„her, als bey den Polen, ſeyn; ſonſt würde ſich das Meer „an den Polen ſenken, um den Aequator aber in die Höhe „treten und alles überſchwemmen.“ Er berechnet hierauf (prop. 19.) das Verhältniß der Axe zu dem auf ſie ſenkrechten Durchmeſſer nach richtigern Gründen, als **Huygens**, indem er zugleich den Umſtand mit in die Rechnung bringt, daß die Materie bey A nicht blos durch den Schwung, ſondern auch darum leichter, als die bey P werden müſſe, weil ſie weiter vom Mittelpunkte C entfernt iſt, indem die Schwere im umgekehrten Verhältniſſe des Quadrats der Entfernung von C abnimmt, welcher Umſtand bey Huygens gänzlich fehlet. Dadurch wird die Rechnung zwar

verwickelter, aber auch der Natur gemäßer, und giebt endlich das Reſultat, daß ſich bey der Erde AC:CP = 692 : 689 oder wie $230\frac{2}{3} : 229\frac{2}{3}$ verhalte. **Huygens** und **Newtons** Berechnungen ſind von **Friſi** (Disquiſitio in cauſam phyſicam figurae et magn. telluris. Mediolani, 1750. gr. 4.) und **Clairaut** (Theorie de la figure de la terre tirée des principes de l'hydroſtatique. à Paris, 1743. 8.) umſtändlicher erläutert worden.

Dieſe blos aus der Theorie gezognen Muthmaßungen waren indeß noch nicht hinreichend, eine vollkommne Ueberzeugung von der Wahrheit des Satzes zu gewähren. Der ganze Schluß ließ ſich entkräften, wenn man annahm, die Erde ſey anfangs länglich rund geweſen. Denn ſo würde ſie der Schwung in eine vollkommne Kugel haben verwandeln können. Es blieb alſo noch immer nöthig, die Frage durch wirkliche auf der Erde ſelbſt gemachte Beobachtungen und Abmeſſungen zu entſcheiden.

Was dergleichen Abmeſſungen hierüber lehren können, beruhet auf folgenden Gründen. Taf. VIII. Fig. 4. ſey die krumme Linie PQSA ein Meridian der Erdkugel. Wäre die Erde eine Kugel, und der Meridian ein vollkommner Kreis, ſo müßten alle Grade deſſelben gleich ſeyn, und alle Richtungen der Schwere, oder alle Scheitellinien, im Mittelpunkte zuſammenlaufen. Hat ſie aber eine ſphäroidiſche Geſtalt, wie in der Figur, ſo wird ihr Meridian bey P, wo ſie eingedrückt iſt, flach oder weniger gekrümmt ſeyn, bey A hingegen, wo ſie mehr erhoben iſt, eine ſtärkere Krümmung haben; mithin wird der Halbmeſſer dieſer Krümmung bey B größer, bey A kleiner ſeyn. Auch werden die Richtungen der Schwere oder die auf der Oberfläche lothrecht ſtehenden Linien PD, pD, AE, aE, welche in die Richtung des Halbmeſſers der Krümmung fallen, nicht mehr in dem Mittelpunkte, ſondern in andern Punkten, z. B. in D und E, zuſammenkommen. Nun legt man nach dem, was oben gelehrt worden iſt, einen Grad des Meridians zurück, wenn man in dieſem Kreiſe ſo weit fortgeht, bis der Scheitelpunkt am Himmel ſich um 1° verſchoben, oder, was eben ſoviel iſt, bis die Richtung der Schwere

ſich um 1" geändert hat. Stellen alſo die Stücken Pp, Aa Grade des Mittagskreiſes vor, ſo laſſen ſich dieſelben als Kreisbogen anſehen, die mit den Halbmeſſern der Krümmung DB, EA beſchrieben ſind, und deren zugehörige Winkel PDp, AEa, jeder 1° betragen. Es iſt aber der Halbmeſſer PD länger, als EA, mithin auch der Bogen Pp größer, als der ähnliche Bogen Aa, oder: **Der Grad des Mittagskreiſes iſt da größer, wo die Erde flach und eingedrückt, da kleiner, wo ſie erhaben iſt.** Die Entſcheidung der Frage kam alſo darauf an, ob man den Grad des Mittagskreiſes bey wirklicher Abmeſſung überall gleich oder verſchieden, und wo man ihn größer finden werde. Sollte ſich **Huygens** und **Newtons** Muthmaßung beſtätigen, ſo mußte man den Grad nach den Polen zu oder gegen Norden größer finden, als gegen den Aequator zu oder gegen Süden.

Durch Abmeſſungen, von denen weiter unten umſtändlichere Nachrichten folgen, hatte **Snellius** den Grad des Mittagskreiſes in den Niederlanden 55021, **Picard** in Frankreich 57060 Toiſen gefunden. Hiebey iſt der nördlichere Grad kleiner als der ſüdliche. Daraus ſchloß ſchon **Eiſenſchmidt** (Diatribe de figura telluris elliptico-ſphaeroide, Argentorati 1691. 8.), daß die Erde ein **längliches Sphäroid**, d. i. um die Pole erhaben, und um den Aequator eingedrückt ſey, welches mit Newtons Behauptungen ſtreitet. Allein das Reſultat des **Snellius** iſt ſehr unrichtig; auch liegen ſich beyde Grade zu nahe, um etwas Sicheres aus ihrer Vergleichung zu ſchließen.

In den Jahren 1700 und 1701 zog **Johann Dominicus Caſſini** (ſ. Mém. de l'Acad. des Sc. ann. 1701.) eine von der pariſer Sternwarte bis an die Pyrenäen fortgehende Mittagslinie, welche den aſtronomiſchen Beobachtungen zufolge 6° 18' eines Mittagskriſes der Erdkugel ausmachte. Die geometriſche Meſſung gab hiebey den nächſten Grad an Paris $57126\frac{1}{2}$ Toiſen an, und da **Picard** den nordwärts von Paris gelegnen Grad nur 57060 Toiſen gefunden hatte, ſo ſchien hieraus wiederum das Gegentheil von Newtons Muthmaßung zu folgen.

Um noch mehrerer Gewißheit willen, und zugleich zu Vervollkommnung der Geographie von Frankreich ward dem Sohne des vorigen, **Jacob Caſſini** nebſt **Maraldi** und **de la Hire** im Jahre 1718 aufgetragen, die pariſer Mittagslinie auch nordwärts, und durch das ganze Königreich zu verlängern. Sie fanden für beyde Bogen, wovon der ſüdliche bis Collioure, der nördliche bis Dünkirchen gieng, folgende Reſultate

	Bogen	Länge in Toiſen	Gröſ. d. Grad.
ſüdlicher Bogen	6° 18′ 57″	360614 -	57097
nördlicher -	2 12 9½	125454 -	56960

(ſ. *Jaques Caſſini* Tr. de la figure et de la grandeur de la terre, in der Suite des Mém. de l'Acad. des Sc. ann. 1718. auch beſonders gedruckt, Amſt. 1723. 8. **Jacob Caſſini** von der Figur und Größe der Erde, herausg. von **Klimm**. Leipz. 1741. 8.) Weil nun auch hier der nördliche Grad kleiner, als der ſüdliche, angegeben ward, ſo beſtritten von dieſer Zeit an die franzöſiſchen Akademiſten Newtons Muthmaßung, nahmen die Erde für ein längliches Sphäroid an, und behaupteten, man müſſe der Erfahrung und Meſſung mehr, als theoretiſchen Vermuthungen glauben, welche ſich auf unerwieſene Vorausſetzungen gründeten. Dagegen vertheidigten die Engländer, z. B. **Gregory**, **Keill**, **Maclaurin**, **Stirling**, auch **Hermann** und **Kraft** die newtoniſche Meynung, hielten die franzöſiſchen Meſſungen für unzuverläßig, und behaupteten mit Recht, die gemeſſenen Bogen lägen einander zu nahe, und auf einem allzukleinen Theile der Erdfläche beyſammen, als daß man daraus ſicher auf die Geſtalt des ganzen Umfangs ſchließen könnte.

Um dieſen Streit völlig zu entſcheiden, bedurfte es einer Ausmeſſung zweyer äußerſten Grade, die ſo nahe als möglich, der eine am Pole, der andere am Aequator, lägen. Denn hiebey mußte der Unterſchied beyder ſo groß ausfallen, daß kein Zweifel darüber, welcher der größere ſey, zurückbleiben konnte.

In dieſer Abſicht beſchloß der franzöſiſche Hof im Jahre 1735 eine der glänzendſten und für die Naturwiſſenſchaf-

ten überhaupt vortheilhafteſten Unternehmungen. Es wurden zu Abmeſſung zweener ſo nahe als möglich am Pol und Aequator gelegner Grade die Herren **Bouguer**, **de la Condamine**, **Godin**, **Juſſieu** und **Couplet** nach Quito im nördlichen Theile von Peru, **von Maupertuis**, **Clairaut**, **Camus**, le **Monnier** und der Abbé **Outhier** nach Lappland geſendet. Die letztern vollendeten ihr Werk zuerſt. Sie hatten in den Jahren 1736 und 1737 bey der Stadt Torneå einen Grad des Mittagskreiſes gemeſſen, der den Polarkreis ſchneidet, und gaben ſchon 1738 Nachricht von den gefundenen Reſultaten (ſ. Figure de la terre determinée par les obſervations des Mſrs. *de Maupertuis*, *Clairaut*, *Camus* etc. faites par l'ordre du Roi au cercle polaire. à Paris, 1738. 8. Figur der Erde, beſtimmt durch die Beobachtungen der Herren **von Maupertuis** rc. Zürich, 1741. 8. Journal d'un voyage au Nord par Mr. l'Abbé *Outhier*, Paris 1738. 8.). Der gemeſſene Bogen betrug nach zwoen verſchiedenen Reihen von aſtronomiſchen Beobachtungen 57′ 27″ — 57′ 30½″, woraus man das Mittel von 57′ 28¾″ nahm, und ſeine Länge, durch eine auf dem Eiſe gemeſſene Grundlinie von 7406 Toiſen und trigonometriſche Berechnung der damit verbundnen Dreyecke beſtimmt, fand ſich 55023½ Toiſe. Hieraus folgt der in Lappland gemeſſene Grad = 57437,9 Toiſen, alſo um ein beträchtliches größer, als alle in Frankreich gemeſſene. Herr **von Maupertuis** entſchied daher ohne Bedenken für die newtoniſche Muthmaßung, ob er gleich anfänglich, beſonders in Frankreich, noch einigen Widerſpruch fand.

Alle Zweifel aber wurden völlig gehoben, als die nach Peru geſendeten Gelehrten das Reſultat ihrer äußerſt langwierigen und beſchwerlichen Arbeiten bekannt machten. Sie kamen erſt nach mehreren Jahren, zum Theil nach mancherley überſtandenen Mühſeligkeiten, zurück. (ſ. La figure de la terre determinée par les obſervations des Mſrs. *Bouguer* et *de la Condamine* envoyés au Perou par l'ordre du Roi, par M. *Bouguer*. Paris, 1749. 4. Méſure des trois premiers degrés du Meridien dans l'hémiſphère auſtral, par Mr. *de la Condamine*. Paris, 1751. 4. Rela-

cion hiſtorica del viage a la America meridional. Madrid 1748. 4., das letztere von **Don Georg Juan de Ulloa**, einem ſpaniſchen Officier, der nebſt ſeinem Bruder **Antonio de Ulloa** die Akademiſten begleitet hatte). Sie hatten einen ſüdwärts vom Aequator gelegnen Bogen von 3. gemeſſen, und den Grad in Peru 56753 Toiſen, mithin weit kleiner, als die Grade in Frankreich, gefunden, ſo daß nunmehr die abgeplattete Geſtalt der Erde außer allen Zweifel geſetzt, und Newtons Meynung völlig beſtätiget war.

Neuere Gradmeſſungen, welche ich im folgenden anführen werde, ſtimmen durchgängig hiemit überein. Man hat auch die genaue Geſtalt der Erdmeridiane unter der Vorausſetzung, daß ſie alle einander gleich ſind, zu beſtimmen geſucht. Natürlich mußte man zuerſt darauf fallen, jeden Meridian als eine Ellipſe zu betrachten, wobey ſich denn mittelſt der Theorie der Kegelſchnitte aus Vergleichung zweener gemeſſenen Grade das Verhältniß CA:CP beſtimmen läßt. Dazu haben ſchon **Maupertuis** und **Bouguer**, auch **Clairaut** und **Mallet** (Allgemeine oder mathematiſche Beſchreibung der Erdkugel, aus dem Schwed. von **Röhl**. Greifsw. 1774. 4.) Formeln gegeben. Allein es giebt unter den gemeſſenen Graden jedes Paar eine andere Ellipſe. Sie paſſen alſo nicht in eine einzige, und es wird daher unwahrſcheinlich, daß die Krümmung der Meridiane elliptiſch und die Erdkugel ein **Ellipſoid** ſey. **Bouguer**, der doch damals nicht mehr, als drey verſchiedne Grade vergleichen konnte, fand dies ſchon, und ſchrieb alſo der Erde eine Krümmung von anderer Art zu, welche auch **de la Lande** (Aſtronomie §. 2683.) annimmt und **Hube** (De telluris forma. Varſov. 1780. 8.) genauer zu beſtimmen geſucht hat. Des Abt **de la Caille** Gradmeſſung am Vorgebirge der guten Hoffnung hat auch Zweifel veranlaſſet, ob die ſüdliche Helfte der Erde eben ſo, wie die nördliche, gekrümmt ſey. Es ſind aber bis jetzt der Beobachtungen noch zu wenig, und der Umſtände, welche Fehler darinn veranlaſſen können, zu viele, als daß man über alle dieſe Fragen entſcheiden könnte. Wir müſſen uns begnügen zu wiſſen, daß zwar die Erdaxe kleiner als der Durchmeſſer

des Aequators, daß aber auch dieſe Abplattung nicht ſehr beträchtlich ſey.

Aehnliche Abplattungen haben **Caſſini** am Jupiter, und ganz neuerlich Herr **Herſchel** am Mars bemerket, welche beyde Planeten ſich ebenfalls, der erſte in etwa 10, der zweyte in 24½ Stunden, um ihre Axen drehen, ſ. **Jupiter, Mars.** Man ſieht hieraus, wie genau die aus dem kopernikaniſchen Weltſyſtem und den Geſetzen der Gravitation und Schwungkraft gezognen Folgen mit der Natur übereinſtimmen.

Größe der Erde.

Die im Vorigen bereits angegebne Art, die Größe des Bogens vom Mittagskreiſe o d (Taf. VIII. Fig. 2.) dadurch zu finden, daß man bemerkt, um wieviel beym Fortgange von o nach d der Pol, Aequator, oder irgend ein beſtimmter Punkt im Mittagskreiſe, ſeinen Abſtand vom Zenith oder Horizonte ändert, iſt ſchon bey den Griechen zur Abmeſſung der Erde angewendet worden.

Das Vorgeben, daß **Anaximander** von Milet, einer der vornehmſten Schüler des Thales, die erſte Abmeſſung der Erde unternommen habe, gründet ſich blos auf eine übel verſtandne Stelle des **Diogenes Laertius** (Vit. Philoſ. L. II. γῆς καὶ θαλάσσης περίμετρον πρῶτος ἔγραψεν), welche nichts weiter ſagt, als daß dieſer Weltweiſe den Umfang der Küſten von den damals bekannten Ländern zuerſt in einer Zeichnung dargeſtellt habe. Eben ſo wenig kan man eine vom **Archytas** aus Tarent veranſtaltete Erdmeſſung aus der Stelle des **Horaz** (Od. I. 28.):

> Te maris et terrae, numeroque carentis arenae
> Menſorem, Archyta etc.

beweiſen, da der Dichter offenbar blos die Abſicht hat, die Talente und Kenntniſſe des Archytas zu erheben.

Die erſte hiſtoriſch gewiſſe Abmeſſung der Erde iſt die von **Eratoſthenes** in Alexandrien (400 Jahre v. C. G.), deren außer dem **Strabo** und **Plinius**, auch **Cleomedes** (Theoria cyclica, Baſil. apud Henr. Petri 1547. 8. cap. 10.) gedenkt. **Eratoſthenes** nahm hiebey an, daß die Stadt

Syene, an den Grenzen Egyptens und Aethiopiens, mit **Alexandrien** unter einerley Mittagskreiſe liege, wiewohl dieſe Vorausſetzung falſch iſt, und Syene nach dem **Ptolemäus** (Geogr. L. IV. c. 5.) um 1° 53′ oſtwärts von Alexandrien gelegen hat. Nun war es bey den Alten bekannt, daß in Syene am Mittage des längſten Tages die Sonne im Scheitelpunkte ſtehe, und die Körper auf keine Seite einen Schatten würfen, daher auch **Lucan** (Pharſal. II. v. 586) von der

— umbras nusquam flectente Syene

redet. Zu Alexandrien aber beobachtete Eratoſthenes den Schatten der Mittagsſonne am längſten Tage mit Hülfe des Taf. VIII. Fig. 5. vorgeſtellten Werkzeugs (Scapha, Scaphium). Es war dies eine hohle Halbkugel AFB, mit einem getheilten Halbkreiſe, von deren Grunde F der ſenkrechte Stift FC (gnomon) aufgerichtet war. Stellte man dies an die Sonne, und richtete den Stift FC nach dem Zenith Z, ſo gab die Länge ſeines Schattens Fs in Theilen des Kreiſes ausgedrückt, das Maaß des Winkels FCs = ZCS, d. i. den Abſtand der Sonne vom Scheitel, an. So fand Eratoſthenes dieſen Abſtand am Mittage des längſten Tages = $\frac{1}{50}$ des Kreiſes (nach dem bey uns gewöhnlichen Ausdrucke = 7° 12′). Er ſchloß hieraus, daß Alexandrien von Syene, wo in eben dem Augenblicke die Sonne im Scheitel ſelbſt ſtehe, um $\frac{1}{50}$ des ganzen Umkreiſes der Erde entfernt ſey, und ſetzte daher dieſen Umkreis, da beyde Städte nach den Berichten der Reiſenden 5000 Stadien weit aus einander lagen, auf 50 × 5000 = 250000 Stadien, wiewohl **Plinius** (Hiſt. nat. II. 108.) angiebt, er habe 252000 Stadien gefunden. Es iſt aber ſehr ſtreitig, was für ein Maaß dieſes Stadium geweſen ſey. Rechnet man es mit **Lulofs** (Einleitung zur mathemat. und phyſikal. Kenntniß der Erdkugel, S. 67.) zu 570 pariſer Fuß, ſo giebt dieſe Meſſung den Umkreis der Erde bey weitem zu groß. Uebrigens ſoll ſie hundert Jahre nachher von **Hipparchus** berichtiget worden ſeyn, obgleich **Plinius** und **Strabo** (lib. II.) in ihren Nachrichten von dieſer Verbeſſerung ſich ſehr widerſprechen.

Eine andere Angabe der Größe der Erde rührt von dem Stoiker **Poſidonius** zu Rhodus her, und gründet ſich nach dem Berichte des **Cleomedes** auf die Beobachtungen der Höhe des Canopus. Da dieſer Stern zu Rhodus täglich nur auf kurze Zeit im ſüdlichen Horizonte ſichtbar ward, und ſogleich wieder verſchwand, zu Alexandrien aber im Mittagskreiſe ſich um den 48ſten Theil des Kreiſes (d. i. um 7½) über den Horizont erhob, ſo nahm Poſidonius den Abſtand beyder Orte, welcher 5000 Stadien betrug, für den 48ſten Theil des Umkreiſes der Erde an, und ſetzte daher den letztern auf 240000 Stadien. Da dies griechiſche Stadien ſind, welche genau 180000 alexandriniſche ausmachen, und das alexandriniſche Stadium auf 685 pariſer Fuß geſetzt werden kan (Lulofs §. 44. 45.), ſo giebt dieſe Beſtimmung jeden Grad 500 Stadien, oder 342500 par. Fuß $= 57083\frac{1}{3}$ Toiſen, welches der Wahrheit ſehr nahe kömmt. Auch **Strabo** führt an, daß Poſidonius die Größe des Umfangs der Erde 180000 Stadien ſetzte: **Ptolemäus** (Geogr. L. VII. c. 5.) nimmt eben dieſe Größe der Erde an, ſchreibt aber ihre Beſtimmung dem Eratoſthenes, Hipparch und Maximus Tyrius zu. Weitläufigere Unterſuchungen über dieſe Meſſungen der Alten und die dabey gebrauchten Maaße findet man bey **Riccioli** (Geographia reform. lib. V. c. 7.), **Snellius** (im Eratoſthenes Batavus), **Struyck** (Over de Grotte der Aarde) und **Eiſenſchmidt** (De ponderibus et menſuris. Argent. 1708. 8.).

Um das Jahr 827 der chriſtlichen Zeitrechnung ließ der berühmte Kalif **Al-Mamon** durch viele nach Bagdad berufene Mathematiker zween Grade des Mittagskreiſes in der Ebne Singar längſt den Küſten des arabiſchen Meerbuſens abmeſſen. Von dieſer Meſſung giebt **Alfraganus** in ſeiner Aſtronomie die Nachricht, daß man die Größe des Grades 56 bis 56⅔ arabiſche Meilen gefunden habe. Man iſt aber auch über dieſes Maaß noch ungewiß.

Die im Jahre 1525 von dem franzöſiſchen Arzte **Fernel** verſuchte Meſſung, deren **Snellius** und **Riccioli** erwähnen, beruhte auf äußerſt unſichern Gründen. Er beobachtete die Polhöhe von Paris, fuhr dann gerade nach Nor-

den, bis er aus der mittäglichen Sonnenhöhe glaubte, einen Grad weiter gekommen zu ſeyn, und maß den Weg durch die Anzahl der Umläufe ſeines Wagenrads. Nach der Zeit haben **Clavius, Kepler, Caſari** u. a. viele geometriſche Methoden, die Größe der Erdkugel aus Beobachtungen auf Bergen zu finden, angegeben, welche man beym **Varenius** (Geogr. gener. ed. Cantabr. 1672. 8. p. 27.) und **Riccioli** (Geograph. reform. L. V. c. 14. ſqq.) zum Theil auch beym **Wolf** (Elementa geograph. mathem. Cap. I. Problem. 2. ſqq.) findet, die aber ſämmtlich wegen der dabey unvermeidlichen Fehler keine Aufmerkſamkeit verdienen.

Das einzige Verfahren, welches hiebey die nöthige Richtigkeit gewähren kan, iſt die Ausmeſſung eines an der Mittagslinie hinlaufenden Stücks der Erdfläche durch eine **Dreyeckverbindung**. Eine ſolche ſtellt Taf. VIII. Fig. 6. vor. Es ſey Aβ die durch den Ort A gehende Mittagslinie; B, C, D, E, F ſeyen Standpunkte, z. B. Signale auf Bergen, Thürme u. dgl., von deren jedem man auf einige der benachbarten frey ſehen kan; ab eine angenommene Grundlinie, von deren Endpunkten ebenfalls eine freye Ausſicht auf einige der nächſten Signale ſtatt findet; ſo werden ſich, wie die Figur deutlich zeiget, ſämmtliche Punkte durch die von A bis B reichende Reihe von Triangeln AFE, Fab, bFE, EbC, bCD, DCB verbinden laſſen. Iſt nun die Grundlinie ab nebſt allen in der Figur vorkommenden Winkeln bekannt, ſo läßt ſich durch trigonometriſche Berechnung die Länge jeder Seite der Dreyecke beſtimmen, und die ganze Figur genau in Grund legen. Kennt man ferner die Winkel FAβ, EAβ, welche die an A liegenden Seiten mit der Mittagslinie Aβ machen, ſo laſſen ſich auch diejenigen Dreyecke der Figur, welche einen Theil der Mittagslinie zur Seite haben, wie AFγ, Eγδ u. ſ. w. bis an den Punkt β (wo bey β ein rechter Winkel iſt) berechnen. Die Summe der Linien Aγ, γδ u. ſ. f. giebt alsdann die Länge des ganzen gemeſſenen Stücks vom Mittagskreiſe Aβ. Wird nun noch durch aſtronomiſche Beobachtungen in A und B ausgemacht, um wieviel ſich die Polhöhen oder die Abſtände eines culminirenden Sterns vom

Scheitel an beyden Orten unterſcheiden, ſo giebt dieſer Unterſchied die Größe des Bogens AB in Graden, Minuten ꝛc. des Umkreiſes der Erde an. Die Vergleichung lehrt dann ſogleich, wie groß an dieſer Stelle ein Grad des Mittagskreiſes ſey. Und da hiebey alles auf Meſſung einer einzigen Grundlinie, auf Meſſungen von Winkeln auf der Erde und am Himmel, und auf Berechnung beruht, ſo ſieht man bald, daß der ganze Plan auf die ſicherſten Gründe gebaut iſt, die man bey dem gegenwärtigen Zuſtande der mathematiſchen Praxis nur immer haben kan.

Dieſen einzig richtigen Weg hat zuerſt der Holländer **Willebrord Snellius** im Jahre 1615 betreten, und ſeine Meſſung in einem eignen Werke (Eratoſthenes Batavus ſ. de terrae ambitus vera quantitate. Lugd. Bat. 1617. 4.) beſchrieben. Seine Triangelverbindung gieng von Alkmaar nach Leiden und nach Bergen op Zoom. Ihm bleibt zwar das unſtreitige Verdienſt, dieſen Weg, worauf ihm nach der Zeit alle andern Geometer gefolgt ſind, zuerſt betreten zu haben, welches Verdienſt um deſto größer iſt, da er ſich bey den trigonometriſchen Berechnungen des Vortheils der Logarithmen noch nicht bedienen konnte, und alſo den ermüdendſten Weitläuftigkeiten der Rechnung ausgeſetzt war; allein eben dadurch fiel auch ſein Reſultat, welches den Grad in Holland 28500 rheinl. Ruthen oder 55021 Toiſen ſetzt, viel zu klein aus, und ob er gleich ſelbſt die Fehler ſeiner Meſſung und Rechnung einſahe, ſo hinderte ihn doch der Tod im Jahre 1626 ſie zu verbeſſern. **Muſſchenbroek** hat nachher dieſe Arbeit wiederholt, und das Reſultat (Diſſertationes phyſicae et geometricae. Lugd. 1729. 4. Diſſ. de magnitudine terrae) auf 29514 rheinl. Ruthen oder 57033 Toiſen geſetzt.

Norwood's Meſſung zwiſchen London und York im Jahre 1635 gab den Grad 57300 Toiſen, und die Verſuche des **Riccioli** und **Grimaldi**, welche dieſe Aufgabe auf mannigfaltige Art bearbeiteten, ſetzten ihn auf 61478 Toiſen. Die letztere Beſtimmung aber verdient gar keine Aufmerkſamkeit, weil ſich ihre Urheber unzuverläßiger Metho-

den bedient haben; dahingegen die erſtere von der Wahrheit nur wenig abweicht.

Ich komme nunmehr auf die ſo berühmt gewordene Meſſung des **Picard**, welcher den von Snellius angegebnen Weg zuerſt mit beſſern Werkzeugen und mehrern Hülfsmitteln der Rechnung verfolgte. Dieſem Gelehrten ward bey der Errichtung der Akademie zu Paris aufgetragen, eine Gradmeſſung in Frankreich zu veranſtalten. Er machte daher im Jahre 1669 eine von Malvoiſine bis Amiens reichende Verbindung von Dreyecken, bediente ſich dabey zur Meſſung der Winkel zum Erſtenmale der Inſtrumente mit Fernröhren oder teleſkopiſchen Dioptern, und beſtimmte dadurch den Grad in dieſer Gegend auf 57060 Toiſen. (Méſure de la terre par M. *Picard*, Paris 1671. 8. auch im Auszuge bey ſeinem Traité du nivellement. Paris 1684. 12.). So genau ſein Verfahren war, ſo hat dennoch Herr von **Maupertuis** (Degré du meridien entre Paris et Amiens, Paris, 1740. 8.) noch einige Berichtigungen deſſelben verſucht.

Unter der damals noch allgemein angenommenen Vorausſetzung der vollkommnen Kugelgeſtalt folgte aus **Picard's** Beſtimmung der Umkreis des Meridians = 360 × 57060 = 20541600 Toiſen; hieraus durch das Verhältniß 355:113 die Größe des Durchmeſſers der Erde = 6538600 Toiſen; die des Halbmeſſers = 3269300 Toiſen, oder 19615800 pariſer Schuh. Dieſe Beſtimmung haben **Huygens** und **Newton** bey ihren Berechnungen zum Grunde gelegt, und man gebraucht ſie noch jetzt, wenn es nicht nothwendig iſt, auf die abgeplattete Geſtalt der Erde Rückſicht zu nehmen.

Allein da **Picard** ſelbſt anrieth, die von ihm angefangene Gradmeſſung fortzuſetzen, ſo veranlaſſete dies die in den Jahren 1683, 1700 und 1718 unternommene Verlängerung der pariſer Mittagslinie durch ganz Frankreich, bey welcher die beyden **Caſſini** die nördlichen Grade kleiner, als die ſüdlichen, zu finden glaubten und dadurch den bereits im Vorigen erzählten Streit über die Geſtalt der Erde erregten, welcher erſt durch die in den Jahren 1735 bis 1744

in Peru und Lappland von **Bouguer** und **Maupertuis** angeſtellten Meſſungen entſchieden ward. Da die Geſchichte dieſer Unternehmungen ſchon oben erzählt worden iſt, ſo habe ich hier nur anzuführen, was für Schlüſſe man daraus in Abſicht auf die Größe der Erdkugel hergeleitet hat.

Folgende Tabelle (Bode Kenntniß der Erdkugel, S. 82.) zeigt die Länge aller bisher gemeſſenen Grade des Mittagskreiſes in Toiſen.

Beobachter.	Orte und Gegenden.	Mittlere Breite.			Länge d. Grads.
Bouguer	Peru - -	1°	20′	S.	56753
de la Caille	Vorgeb. d. g. Hofn.	33	18	S.	57037
Maſon	Penſylvanien -	39	12	N.	56888
Boscowich	bey Rom -	43	1		56979
Caſſini	Perpignan, Rhodes	44	33		57048
Beccaria	Turin - -	44	44		57138
Liesganig	Ungarn -	45	57		56881
Caſſini	Rhodes Bourges	46	14		57040
— — —	Bourges Paris	47	28		57071
Liesganig	Wien - -	48	43		57086
Caſſini	Paris, Amiens	49	20		57074
— — —	Amiens, Dünkirch.	50	27		57092
Snellius	Holland -	52	2		57145
Norwood	England -	53	0		57300
v. Maupertuis	Lappland -	66	19		57422

Wegen der abgeplatteten Geſtalt der Erde wird die genauere Unterſuchung ihrer Größe abhängig von den Beſtimmungen ihrer Figur, und von dem Verhältniſſe ihrer Axe zum Durchmeſſer des Aequators. Es iſt aber noch bis hieher unmöglich, hierüber etwas Gewiſſes anzugeben. Man wird ſchon in der Tabelle bemerken, daß der von de la Caille gemeſſene Grad größer ausfällt, als man bey der Breite, unter der er gemeſſen iſt, erwarten ſollte, welches auf die Vermuthung leitet, daß die ſüdliche Halbkugel anders, als die nördliche, gekrümmt, mithin die Erde kein vollkommnes Ellipſoid ſey, wie man doch bey den Berechnungen ihrer Größe annehmen muß. Inzwiſchen bemerkt Herr **Klügel** (in **Bode** aſtronomiſchem Jahrbuche von

1787 und 1788), daß demohnerachtet die Erde ein Ellipſoid ſeyn könne, deſſen Axe aber nur von der Axe der Umdrehung in etwas verſchieden ſey. Wäre dieſe Verrückung der Axe oder des Schwerpunkts durch eine Revolution bewirkt worden, und hätte das Cap ehedem vom Aequator weiter abgelegen, als jetzt, ſo ließe ſich die Größe des Grades daſelbſt erklären, ohne eine andere als die ellipſoidiſche Geſtalt der Erde anzunehmen.

Unter der Vorausſetzung dieſer Geſtalt kommen bisher noch immer andere Verhältniſſe des Durchmeſſers zur Axe heraus, je nachdem man dieſes oder jenes Paar von Graden vergleicht. **Mallet** (Mathem. Beſchr. der Erdkugel, Cap. IV. §. 23.) giebt nach ſeiner auf die Natur der Ellipſe gegründeten Formel Folgendes an:

Verglichene Paare von Graden.	Verhältniß des Durchmeſſers zur Axe.
Lappland, Frankreich	144,5 : 143,5
Cap der guten Hofnung, Peru	180,7 : 179,7
Lappland, Peru	215,2 : 214,2
Lappland, Cap der gut. Hofn.	240,6 : 239,6
Frankreich, Peru	300,6 : 299,6
Italien, Peru	351,5 : 350,5

Das Mittel aus dieſen allen iſt 238,8 : 237,8, welches **Newtons** aus der bloßen Theorie hergeleitetem Verhältniſſe 230,6 : 229,6 nahe genug kömmt. **Euler** (Mem. de l'Acad. de Pruſſe 1753. p. 265.) hat die vier von Picard, Maupertuis, Bouguer und de la Caille gemeſſenen Grade dadurch in eine Ellipſe zu bringen geſucht, daß er jeden um etwas ändert. Er findet dieſer Ellipſe Durchmeſſer zur Axe wie 230 : 229, welches Newtons Verhältniß ſelbſt iſt. **De la Caille** aber war mit dieſen Aenderungen nicht zufrieden. Nach andern Regeln und Vorausſetzungen finden das Verhältniß des Durchmeſſers zur Axe

Maupertuis wie	178 : 177
Bouguer	179 : 178
de la Caille	200 : 199
Ulloa	266 : 265
de la Condamine	300 : 299

Uebrigens läßt ſich dieſes Verhältniß auch unmittelbar durch Vergleichung der Pendeln an verſchiedenen Orten, ohne beſondere Gradmeſſung finden; ſ. **Pendel**.

Legt man ein anderes Verhältniß zum Grunde, ſo erhält man natürlich auch andere abſolute Größen des Durchmeſſers und der Axe ſelbſt. Einige der vornehmſten Angaben hierüber ſind folgende, in Toiſen ausgedrückt:

	Halbe Axe.		Halbm. d. Aequ.
Maupertuis	3262800	-	3255398
Bouguer	3262688,5	-	3281013
die berliner aſtr. Tafeln (Newtons Verhältniß)	3262875	-	3277123
Mallet (200:199) -	3264049	-	3280451

Herr **Klügel**, welcher ſehr ſcharfſinnig unterſucht hat, was ſich aus allen bisherigen Meſſungen auf der Nordſeite des Aequators noch am wahrſcheinlichſten folgern laſſe, giebt folgendes an:

Mittlerer Halbmeſſer der Krümmung	3 271 589 Toiſen.
Mittlerer Grad des Mittagskreiſes	57 100
Halbmeſſ. der Krümm. unter d. Aequ.	3 251 249
- - - - - unter d. Pol	3 303 045
Halbmeſſer des Aequators	3 279 991
Halbe Erdaxe	3 262 447
Verhältniß beyder	187:186
Mittlerer Halbmeſſer der Erde	3 275 790 Toiſen.
Größe des Grads auf dem Aequ.	57 247
Größe des Grads auf dem mittlern Umfange der Erde	57 173,5
Der 15te Theil hievon, oder die geographiſche Meile	3 811,6

oder 23661 rheinl. Fuß = 26274 leipz. Fuß.

nach welchen Angaben auf den Umfang eines Meridians 5393, und auf den Umfang des Aequators 5407 geographiſche Meilen kommen.

Mallet theilt, freylich nach andern Vorausſetzungen, analytiſche Berechnungen der ellipſoidiſchen Oberfläche und des körperlichen Inhalts mit, nach welchen

der Umkreis eines Meridians 5389 geogr. Meilen
die Oberfläche der Erde 8400165 Quadr. Meilen
der körperliche Inhalt 2669064400 Cubikmeilen
beträgt.

Soweit reichen die Reſultate der bisherigen Beobachtungen, welche es ſogar unwahrſcheinlich machen, daß ſich jemals etwas Beſtimmteres über die Größe und Geſtalt der Erde werde angeben laſſen. Inzwiſchen iſt das Gefundene zu den meiſten Abſichten völlig hinreichend. Da die **Abplattung** der Erde (*degré d' applatiſſement*) oder die Größe, um welche die Axe kürzer als der Durchmeſſer iſt, nur ſehr wenig (zwiſchen $\frac{1}{178}$ und $\frac{1}{300}$ des Durchmeſſers) beträgt, ſo ſieht man leicht, daß es ganz überflüßig ſeyn würde, bey Verfertigung der Landkarten und Globen darauf Rückſicht zu nehmen.

In den mehreſten Fällen wird man ſich ſchon damit begnügen können, die Erde als eine vollkommne Kugel zu betrachten, auf der der Grad eines größten Kreiſes nach Picards Meſſung 57060 Toiſen, oder nach Herrn **Klügels** Mittel aus den neuern Beſtimmungen $57173\frac{1}{2}$ Toiſen beträgt. Nennt man den funfzehnten Theil eines ſolchen Grades **eine Meile** (ſ. **Meile, geographiſche**), ſo enthält der ganze Umfang 5400 ſolcher Meilen, woraus man nach den bekannten Regeln der Geometrie
den Durchmeſſer 1719 Meilen,
die Oberfläche - 9 282 060 Quadr. Meilen,
den körperlichen Inhalt 2659 310 190 Cubikmeilen,
findet. In churſächſiſchen Meilen, jede zu 2000 achtelligen Ruthen oder 32000 leipziger Fuß gerechnet (ſ. **Meile**), und das Verhältniß des pariſer Fußes zum leipziger, wie 14400 : 12529 geſetzt, würde nach den Klügeliſchen Angaben
der Durchmeſſer des Aequators - 1413,7 Meilen
der mittlere Durchmeſſer der Erdkugel 1409,9
die Axe der Erde - - - 1406,1
betragen.

Die Erdkugel, als Planet betrachtet.

Es kan in unſern Zeiten nicht mehr als zweifelhaft angeſehen werden, daß unſere Sonne einer von den unzählbaren leuchtenden Himmelskörpern ſey, welche wir **Fixſterne** nennen, und daß die Erde unter die Anzahl der dunkeln Körper gehöre, welche in elliptiſchen Bahnen um die Sonne laufen, und denen wir den Namen der **Planeten** geben. Mit welchem hohen Grade der Wahrſcheinlichkeit ſich dieſes behaupten laſſe, wird bey dem Worte: **Weltſyſtem** mit mehrerm gezeigt werden.

Die Erde iſt unter den ſieben um die Sonne laufenden Planeten, vom Mittel oder von innen aus gerechnet, der **dritte**. Ihre Laufbahn umſchließt die Bahnen des Merkurs und der Venus (der **untern** Planeten), dagegen ſie von den Bahnen des Mars, Jupiter, Saturn und Uranus (der **obern** Planeten) umſchloſſen wird. Daher kömmt es, daß wir von der Erde aus die untern Planeten beſtändig bey oder neben der Sonne, die obern aber bisweilen auch der Sonne gegenüber ſehen (ſ. **Aſpecten, Oppoſition**).

Der **Umlauf** der Erde um die Sonne (motus periodicus, *revolution périodique*) erfolgt in der elliptiſchen **Erdbahn**, in deren Brennpunkte die Sonne ſteht. Nach den neuſten aſtronomiſchen Beſtimmungen läßt ſich die halbe große Axe dieſer Bahn, oder der mittlere Abſtand der Erde von der Sonne auf 23430 Halbmeſſer oder 11715 Durchmeſſer der Erde ſetzen. Man kan ſich den Begriff hievon ſo machen, daß gegen 12000 Erdkugeln an einander geſetzt werden müßten, um von hier aus die Sonne zu erreichen. Theilt man dieſe Größe in 100000 Theile, ſo macht die Eccentricität der Erdbahn (ſ. **Eccentricität**) 1683 ſolcher Theile aus. Ohngefähr um den Anfang des Jahres iſt die Erde der Sonne am nächſten, und um den erſten Junius ſteht ſie von ihr am weitſten ab; ſ. **Sonnennähe, Sonnenferne**.

Die Zeit, in welcher unſere Erde dieſe große Bahn völlig einmal durchläuft, heißt das **Sonnenjahr**, und be-

trägt ohngefähr $365\frac{1}{4}$ Tage, oder 8766 Stunden. Genauere Beſtimmungen derſelben werden bey dem Worte: **Sonnenjahr**, gegeben. Nimmt man die Erdbahn zur Erleichterung der Rechnung für einen Kreis an, deſſen Halbmeſſer 23430 Erdhalbmeſſer beträgt, ſo findet man daraus den in 8766 Stunden zurückgelegten Umfang = 147214 Erdhalbmeſſern, deren jeder $859\frac{1}{2}$ geographiſche Meile gerechnet werden kan. Die Erde durchläuft alſo in einer Stunde $\frac{147214 \times 859{,}5}{8766} = 14434$, folglich in einer einzigen Secunde 4 Meilen oder 94644 rheinl. Fuß, welches die Geſchwindigkeit einer Kanonenkugel, die man auf 600 Fuß in einer Secunde ſetzen kan, 157mal übertrift.

Die Richtung dieſer Bewegung geht nach der Folge der himmliſchen Zeichen, d. i. ſo, daß die Erde einem innerhalb ihrer Bahn geſtellten mit dem Haupte gegen den Nordpol gekehrten und gegen die Erde ſehenden Zuſchauer ſtets von der Rechten gegen die Linke zu laufen ſcheinen würde, ſ. **Folge der Zeichen**.

Die **Umwälzung** der Erde um ihre Axe (motus vertiginis, *revolution diurne*, *rotation*) geſchieht in einem Zeitraume, der ſich immer gleich bleibt, und daher das eigentliche aus der Natur ſelbſt genommene Maaß der Zeit abgiebt. Er heißt der **Sterntag**, oder **Tag der erſten Bewegung**, ſ. **Sternzeit**, und macht in mittlerer Sonnenzeit nur 23 St. 56 Min. 4 Sec. aus. Die Richtung dieſer Bewegung iſt ebenfalls nach der Folge der Zeichen, oder von Abend gegen Morgen. Dieſe Umwälzung der Erdkugel, welche wir an nichts weiter, als an den Geſtirnen, bemerken, macht, daß ſich die Himmelskugel täglich nach der entgegengeſetzten Richtung, oder von Morgen gegen Abend, um die verlängerte Erdaxe zu drehen ſcheint.

Bey dieſer Umwälzung beſchreibt jeder Ort einen deſto größern oder kleinern Kreis, je geringer oder größer ſein Abſtand vom Aequator der Erde iſt. Taf. VIII. Fig. 3., wo PR die Axe der Umdrehung iſt, beſchreibt der Ort E einen Kreis vom Halbmeſſer HE, G einen vom Halbmeſſer KG.

Der im Aequator AQ ſelbſt gelegne Ort beſchreibt einen größten Kreis, und legt alſo binnen 24 Stunden 5400 Meilen, d. i. in einer Secunde 1540 rheinl. Fuß zurück, welche Geſchwindigkeit die einer Kanonenkugel etwa $2\frac{1}{2}$mal übertrift.

Es ſteht aber die Are der täglichen Umwälzung der Erde nicht ſenkrecht auf der Ebne ihrer jährlichen Bahn, ſondern neigt ſich vielmehr um einen Winkel von etwa $23\frac{1}{2}°$ (ſ. Schiefe der Ekliptik) gegen diejenigen Himmelsgegenden, in welchen die Weltpole ſtehen. Dieſe Neigung behält die Erdare in allen Stellen der Erdbahn ohne beträchtliche Veränderung bey, ſo daß ſie ſich jederzeit ziemlich parallel bleibt. Die ſchiefe Stellung der Erdare gegen die Erdbahn macht, daß ſich der Aequator des Himmels und die Ekliptik unter eben dieſem Winkel von $23\frac{1}{2}$ zu durchſchneiden ſcheinen; daher die Sonne in unſern Gegenden vom 21. März bis 21. Jun. um $23\frac{1}{2}°$ über den Aequator hinauf gegen den Nordpol ſteigt, vom 23. Sept. aber bis 21. Dec. um eben ſoviel unter den Aequator hinab gegen den Südpol ſinkt. Hierinn liegt der Grund der abwechſelnden Tageslängen und Jahrszeiten auf unſerer Erdkugel. Die einfache und ſchöne Erklärung, welche ſich im kopernikaniſchen Weltbau hievon geben läßt, wird bey dem Worte: Weltſyſtem ausführlicher vorgetragen werden.

Der jährliche Umlauf der Erde um die Sonne erfolgt ſo, wie es die Geſetze der elliptiſchen Centralbewegungen erfordern, ſ. Centralbewegung, Centralkräfte. Es folgt alſo daraus, daß die Erdkugel gegen die Sonne durch eine Gravitation getrieben werde, welche ſich umgekehrt, wie das Quadrat ihres Abſtandes von derſelben, verhält. Zu dieſer Gravitation muß im erſten Anfange ein Stoß oder eine mitgetheilte Bewegung nach einer Tangente der Erdbahn hinzugekommen ſeyn, deſſen Verbindung mit der Gravitation den Anfang der Umlaufsbewegung verurſacht hat, welche nun durch beſtändige Verbindung der einmal mitgetheilten Bewegung mit eben dieſer Gravitation unaufhörlich fortdauert. Ein anderer Stoß, oder eine andere mitgetheilte Bewegung iſt die Urſache der Umdrehung um die

Axe geworden, welche nun ganz unabhängig von dem jährlichen Umlaufe, als eine einmal mitgetheilte Bewegung, vermöge der Trägheit der Materie, ſich ſtets gleichförmig in eben derſelben Geſchwindigkeit erhält. Beyde Bewegungen gehen zwar nach einerley Seite zu, ihre Richtungen aber ſchneiden ſich doch unter einem Winkel von 23$\frac{1}{2}$ Graden.

Inzwiſchen wird die Erdkugel bey ihrem jährlichen Umlaufe um die Sonne, durch ihre Gravitation gegen andere Weltkörper, hauptſächlich gegen den Mond, die Venus und den Jupiter, ein wenig geſtört. Davon rühren die Veränderungen der Sonnennähe und Sonnenferne, und andere Ungleichheiten in der ſcheinbaren Bewegung der Sonne her, auf welche man bey der Berechnung ihres jedesmaligen wahren Ortes aus den aſtronomiſchen Tafeln Rückſicht nehmen muß, und von welchen ſich in keinem andern, als in dem kopernikaniſchen Syſtem und nach Newtons Lehre von der allgemeinen Schwere, eine Urſache angeben läßt.

Der ſcheinbare Durchmeſſer der Erdkugel würde aus der Sonne betrachtet, nur unter einer Größe von 17 Sekunden oder wenig drüber, erſcheinen, ſ. **Sonnenparallaxe**, d. i. die Erde zeigt ſich daſelbſt nur ſo groß, als uns der Planet Mars, wenn er Abends um 9 Uhr in Süden ſteht. Da uns nun der Durchmeſſer der Sonne etwas über einen halben Grad (32′) groß, und alſo 112mal größer, erſcheint, ſo folgt hieraus, daß die Erdkugel

im Durchmeſſer 112mal
an Oberfläche 12544mal
an körperlichem Raume 1404928mal

kleiner, als die Sonne, ſey.

Aus den Vergleichungen der Gravitation der Planeten gegen die Sonne mit der Schwere der Erdkörper berechnet **de la Lande**, daß in gleichen Entfernungen die Gravitation nach der Sonne 365412mal ſtärker, als die Schwere nach der Erde ſey. Weil ſich nun nach Newtons Grundſätzen die Gravitation in gleichen Abſtänden, wie die Maſſe des anziehenden Körpers verhält, ſo folgt hieraus, daß die

Maſſe der Erde nur den 365412ten Theil von der Maſſe des Sonnenkörpers ausmache. Da endlich die Dichtigkeiten ſich, wie die Quotienten der Maſſen durch die Volumina, verhalten, ſo findet ſich die Dichte des Erdkörpers $\frac{1404928}{365412}$ d. i. beynahe viermal größer, als die Dichte der Sonne.

Man bezeichnet in der Sternkunde die **Erde**, wenn man ſie als einen Planeten betrachtet, mit ♁.

Sie hat zum beſtändigen Begleiter in ihrer jährlichen Laufbahn den **Mond**, einen im Durchmeſſer beynahe viermal kleinern kugelförmigen Körper, welcher ſeinen elliptiſchen Umlauf um die Erde, von der er etwa um 60 Erdhalbmeſſer abſteht, monatlich einmal vollendet, und von welchem in einem eignen Artikel gehandelt wird.

Oberfläche der Erde.

Nach der im Vorigen angegebnen Größe der Erde begreift ihre Oberfläche einen Raum von 9282 060 geographiſchen Quadratmeilen. Zwar iſt die wahre Oberfläche wegen der durch Berge und Thäler verurſachten Unebenheiten größer; da ſich aber hierüber keine Rechnung führen läßt, ſo giebt obige Zahl wenigſtens die der Meeresfläche gleich liegende Grundoberfläche an.

Der größte Theil dieſer Oberfläche iſt mit Waſſer bedeckt, über welches vornehmlich zwey große Stücken feſten Landes, außerdem aber auch noch viele tauſend kleinere Inſeln von verſchiedener Größe hervorragen, und die den Menſchen angewieſenen Wohnplätze ausmachen. Da das ſüdwärts von den **Molucken** gelegne **Neuholland** eine ſehr große Inſel iſt, ſo wird es von Herrn **Forſter** (Bemerkungen über Gegenſtände der phyſikaliſchen Erdbeſchreibung, a. d. Engl. Berlin, 1783. 8.) für ein drittes Stück feſten Landes gerechnet.

Das erſte Stück des feſten Landes, gemeiniglich die **alte Welt** genannt (weil es größtentheils ſchon den Alten bekannt war), begreift die drey Welttheile, oder Erdtheile **Europa**, **Aſien** und **Afrika**. **Europa** bedeckt ohnge-

fähr den 54ſten Theil der Erdfläche, liegt faſt ganz in der nördlichen gemäßigten Zone, und erſtreckt ſich nur mit einem geringen Theile über den Polarkreis hinaus in die nördliche kalte Zone. **Aſien** gränzt an Europa oſtwärts, macht den 14ten Theil der Erdfläche aus, ſein mittlerer und ganz zuſammenhängender Theil fällt in die nördliche gemäßigte, der nördliche in die kalte, und der ſüdliche ſtreckt ſich mit drey Landſpitzen bis in die heiße Zone. **Afrika**, welches ſüdwärts von Europa liegt, und den 17ten Theil der Erdfläche bedeckt, fällt größtentheils in die heiße, und hat nur ſeinen nordlichen Theil und ſeine ſüdliche Spitze in den beyden gemäßigten Zonen.

Das zweyte Stück oder die von **Chriſtoph Colom** im Jahre 1492 entdeckte **neue Welt** beſtehet aus dem vierten Welttheile, welcher von dem Florentiner **Amerigo Veſpucci** den Namen **Amerika** erhalten hat. Dieſer Welttheil liegt von Europa aus, wenn man den nächſten Weg wählet, weſtlich, nimmt etwa den 16ten Theil der Erdfläche ein und erſtreckt ſich von der nordlichen kalten Zone über die nordliche gemäßigte, und durch die heiße bis tief in die ſüdliche gemäßigte Zone hinein. Er wird durch die in der Mitte befindliche ſchmale Landenge bey **Panama** in zwey Theile, **Nord**- und **Südamerika** getheilt. Von dem nordlichſten Theile deſſelben kennen wir größtentheils nur die Küſten.

Die im großen Südmeere oder ſtillen Meere zwiſchen Aſien und Amerika gelegnen häufigen Inſeln haben einige neuere Geographen, unter dem Namen **Auſtralien** oder **Polyneſien**, als einen fünften Welttheil betrachtet. Es gehören dazu Neuholland, Neuguinea, das Land der Papuas, Neubritannien, Neuirland, Louiſiade, Neuſeeland und mehrere in der heißen und in der ſüdlichen gemäßigten Zone gelegne Inſeln.

Nach einer aus **Tempelmann** (New Surview of the Globe in 35 Kupfertafeln) und **Klügel** (Encyclopädie, Th. II. S. 422.) genommenen Berechnung giebt Herr **Bode** den Flächenraum von

Europa	171834	geogr.	□meilen.
Aſien	641093	—	—
Afrika	531638	—	—
Amerika	572110	—	—
Neuholland	143000	—	—
Summe	2,059675		

Rechnet man nun auch die übrigen Inſeln und das, was den neuſten Entdeckungen zufolge noch für die Größe von Amerika hinzuzuſetzen ſeyn möchte, auf eine Million Quadratmeilen, ſo hat man doch für das ſämmtliche trockne Land nicht mehr als 3,059675 Quadratmeilen. Dies gegen die oben angegebne Größe der Kugelfläche gehalten, zeigt, daß über $\frac{7}{?}$ der Erdfläche mit Waſſer bedeckt ſind, und das feſte Land noch nicht $\frac{1}{3}$ beträgt. Die Hofnung, noch ein großes feſtes Land gegen Süden zu finden, mit der man ſich ſonſt ſchmeichelte, ſcheint auch nunmehr ziemlich verſchwunden zu ſeyn (Man ſ. **Forſters** Bemerkungen über Gegenſt. der phyſik. Erdbeſchr. S. 58. u. f.).

Wie Vorſtellungen von der Oberfläche der Erde entworfen werden, ſ. bey dem Worte: **Landkarten.** Die ganze Oberfläche legen vor Augen: Eaſtern and Weſtern Hemiſphere, London, by *Jefferies* and *Faden*. 1773. 1775. auf zwey Bogen. Die nordliche und ſüdliche Erdoberfläche, auf der Aequatorfläche entworfen, von **Chriſtlieb Benedikt Funk.** Leipzig, 1781 auf zwey Bogen, nebſt einer Anweiſung zum Gebrauch. Hemiſphère ſuperieur et inferieur de la Mappemonde, projettés ſur l'horizon de Paris par le P. *Chryſologue de Gy*. Paris 1778., zwey Bogen. Die obere oder nordliche, die untere oder ſüdliche Halbkugel der Erde, mit den neuſten Entdeckungen, auf den Horizont von Berlin ſtereographiſch entworfen von **J. E. Bode.** Berlin, 1783. Zwey Bogen mit Anweiſung zum Gebrauch.

Bey der Betrachtung dieſer Abbildungen fallen folgende Bemerkungen leicht in die Augen.

1) Man kan die Erdkugel in zwo Helften theilen, deren eine größtentheils mit Land, die andere mit Waſſer be-

deckt iſt. Die Landhalbkugel hat Grosbritannien zu ihrem Mittelpunkte, und begreift alle vier Welttheile blos mit Ausſchluß der ſüdlichen Spitzen von Amerika und Aſien; da hingegen die Waſſerhalbkugel, deren Mittel in die Neuſeelandsinſeln fällt, außer dieſen Spitzen lauter Meer und Inſeln in ſich faſſet. Auf der künſtlichen Erdkugel theilt der Horizont beyde Halbkugeln ab, wenn man den 185ſten Grad der Länge unter den meſſingenen Meridian führt, und den Globus ſelbſt auf die ſüdliche Polhöhe von 50 Grad ſtellt.

2) Faſt alle große Stücken des feſten Landes endigen ſich gegen Süden zu in Spitzen mit hohen Vorgebirgen, welche weſtwärts große Buchten oder Meerbuſen, oſtwärts Inſeln neben ſich haben. Dieſe Anordnung findet ſich an der Spitze von Afrika, am Cap Comorin in Aſien, an der Spitze von Amerika, an Neuholland ꝛc. Der Anblick iſt faſt ſo, als ob eine große von Süden hereingebrochne Waſſerfluth dem trocknen Lande ſeine Geſtalt gegeben hätte.

Uebrigens habe ich wegen anderer hiemit verbundenen Materien auf die Artikel: **Meer, Berge, Quellen, Flüſſe, Seen** zu verweiſen.

Innere Beſchaffenheit der Erdrinde.

Es iſt unmöglich, von der innern Beſchaffenheit der Erde ſelbſt etwas mehr, als Muthmaßungen anzugeben. Selbſt die tiefſten Bergwerke erſtrecken ſich nicht über eine Teufe von 500 Lachtern oder etwa 510 Toiſen, welches kaum $\frac{1}{6000}$ des Halbmeſſers der Erde austrägt. Und ſelbſt dieſe Oefnungen ſind in Bergen, d. i. an höhern Stellen der Erdfläche gemacht, da die niedrigſten vom Meere bedeckt werden. Aus den Erfahrungen im Innern der Berge auf das Innere der Erde ſchließen, wäre alſo eben ſoviel, als die innere Structur einer Eiche nach ihrer Rinde beurtheilen. Inzwiſchen werden doch die vornehmſten Reſultate der Erfahrungen über die Rinde ſelbſt hier eine ſchickliche Stelle finden.

Wo man auch in die Erde gräbt, findet man im platten Lande den lockern Theil ihrer Rinde aus verſchiedenen

über einander gelegten **Schichten** oder **Lagern** (*Strata, couches*) zuſammengeſetzt. Die oberſte Lage beſteht gemeiniglich aus der ſogenannten **Damm**- oder **Gartenerde, vegetabiliſchen Erde**, worinn die Pflanzen wachſen, und in welche auch die Thiere und Pflanzen durch Fäulniß, Vertrocknung und Abreibung wieder aufgelöſet werden. Man findet aber auch dergleichen Dammerde bisweilen in einiger Tiefe unter andern Schichten. Die Ordnung der Schichten richtet ſich nicht immer nach der eigenthümlichen Schwere der Materien. Beyſpiele ſolcher, beſonders beym Brunnengraben gemachter, Erfahrungen, finden ſich unter andern bey **Bergmann** (Phyſikal. Beſchr. der Erdkugel, Th. I. S. 176 u. f.). So fand man in Amſterdam im Jahre 1616 obenauf Dammerde 7 Fuß, ſodann Torf 9 Fuß; weichen Thon 9; Sand 8; Erde 4; Thon 10; Erde 4; Sand 10; blauen Thon 2; weißen groben Sand 4; dürre Erde 5; feine weiche Erde 1; Sand 14; Sand mit Thon 8; Sand mit Conchylien 4; Thon 102; Sand 31, zuſammen eine Tiefe von 232 Fuß bis auf das Waſſer.

Dergleichen Schichten entſtehen ſonſt, wenn Waſſer mehreremal mit ungleichen Materien vermiſcht wird, und dann jedesmal ſoviel Ruhe genießet, daß die beygemiſchten Theile niederfallen und **Bodenſätze** bilden können. Sind die Erdſchichten ſo entſtanden, ſo muß alles trockne platte Land einmal mit Waſſer bedeckt geweſen ſeyn; und dieſes Waſſer muß zu verſchiedenen Zeiten verſchiedene Beymiſchungen gehabt haben. Die häufigen Conchylien, die man hin und wieder in den Erdſchichten, bisweilen in großen Tiefen findet, ingleichen die Unebenheiten mancher Schichten, welche gleichſam das wellenförmige Schwanken des Waſſers zur Zeit des Niederfallens anzeigen, ſetzen es beynahe außer Zweifel, daß die obere Erdrinde auf dieſe Art gebildet ſey. Alles dies kan auch nicht durch plötzliche Ueberſchwemmungen, ſondern nur durch einen langwierigen und ruhigen Stand des Waſſers bewirkt worden ſeyn.

Andere Schichten ſind neuer, und durch wiederholte Ueberſchwemmungen des Trocknen entſtanden. Darauf kan

man vornehmlich ſchließen, wenn man die Dammerde in der Tiefe mit andern Schichten bedeckt wieder findet. Dieſe neuern Schichten zeigen auch nie Ueberreſte von Conchylien. Oft finden ſich Schichten von Lava und andern vulkaniſchen Materien, deren Urſprung offenbar von Ausbrüchen des unterirdiſchen Feuers herzuleiten iſt.

Eben dieſe Reſultate laſſen ſich auch aus der Betrachtung des Innern der Berge herleiten. Zwar zeigen die urſprünglichen oder zur erſtern Ordnung gehörigen Berge, welche größtentheils aus Granit beſtehen, keine regelmäßigen Schichten und keine Spuren von Seeprodukten; deſto häufiger aber trifft man ſowohl den lagerförmigen Bau, als auch die Seekörper in den Schiefergebirgen und vorzüglich in den Flötzgebirgen oder Bergen der zweyten Ordnung an. Eine dritte Claſſe der Berge, welche aus Sandſtein, Mergelſchichten, Eiſen und Kupfererzen, Gypsſteinen u. dgl. beſteht, ſcheint neuer zu ſeyn, und enthält, ſtatt der Seeprodukte, Spuren von Holz, Pflanzen und Landthieren. Eine vierte Claſſe endlich zeigt deutlich ihren vulkaniſchen Urſprung. Man ſehe hierüber den Artikel **Berge** *).

Oefters haben neben einander liegende Berge einerley Schichten in einerley Ordnung, und es hat das Anſehen, als ob das Thal zwiſchen ihnen herausgeriſſen wäre. Bisweilen haben auch die Thäler ihre eignen Lagen, als ob dieſelben erſt nach der Bildung des Thals entſtanden wären. Im Innern beſtehen die Berge aus großen Steinmaſſen, welche hie und da große Höhlen, Spalten und Riſſe haben, ſ. **Höhlen**. Manche dieſer Spalten, beſonders in den Schiefergebirgen, ſind mit mineraliſchen Körpern ausgefüllt, und

*) Zu dem Artikel **Berge** gehören noch folgende ſeit der Ausgabe des erſten Bandes erſchienene vorzügliche Bücher:

C. Haidingers Entwurf einer ſyſtematiſchen Eintheilung der Gebirgsarten, welcher den von der ruſſiſch-kayſerl. Acad. der W. für d. J. 1785 ausgeſetzten Preis erhalten hat. Petersburg, 1786. 4.

A. G. Werners kurze Claſſification und Beſchreibung der verſchiedenen Gebirgsarten. Dreßden, 1787. 8.

Klaſſifikation der Gebirgsarten, nach den Voigtiſchen drey Briefen über die Gebirgslehre. Leipz. 1787. 8.

werden in der Lehre vom Bergbau **Gänge** genannt. Sie können als Parallelepipeda angeſehen werden, wovon zwo Dimenſionen ſehr groß gegen die dritte ſind. Man nennt die Richtung ihres Fortgangs nach den Weltgegenden ihr **Streichen**, ihre Neigung gegen die Verticalebne ihr **Fallen**, und ihre dritte, gemeiniglich nur geringe, Dimenſion ihre **Mächtigkeit** Sie ſtreichen bisweilen ſehr weit, indem ſie ſich der Mächtigkeit nach verſchiedentlich erweitern, verengern und oft plötzlich abſchneiden. Außer den großen Steinmaſſen trifft man auch hin und wieder anſehnliche Haufen einzelner loſen Steine, neben und über einander aufgethürmt, oder am Fuß der Berge **Geſchiebe** von eben dem Geſtein an, das die Berge enthalten.

Die höchſten und älteſten Gebirge der Erdfläche werden gewöhnlich von den niedrigern Thonſchiefergebirgen, dieſe von den Kalkbergen, und letztere an manchen Stellen von den Sandhügeln der dritten Ordnung umringt, welche ſich allmählig im flachen Lande verlieren.

Was endlich das Innere der Erdkugel ſelbſt betrifft, über deſſen Beſchaffenheit uns unmittelbare Beobachtungen gänzlich fehlen, ſo haben ſich Einige daſſelbe als eine ungeheure Höhlung vorgeſtellt, Andere haben es mit Feuer, Waſſer, einem Magnete u. dgl. anfüllen wollen. Die Beobachtungen aber, welche Herr **Maſkelyne** bey dem Berge **Shehallien** in Schottland über die Anziehung der Berge gegen das Bleyloth angeſtellt hat, und von welchen ich bey dem Worte: **Gravitation**, ausführlicher rede, haben gezeigt, daß die mittlere Dichtigkeit der Erdkugel (ſ. **Dichte**) ſich mit hinlänglicher Sicherheit doppelt ſo groß, als die Dichtigkeit dieſes Berges, der ein dichter gleichförmiger Granit iſt, ſetzen laſſe, welche Erfahrung nach Hrn. **Maſkelyne's** eigner Bemerkung alle Syſteme umſtößt, die aus der Erde eine **hohle** Kugel machen.

Hypotheſen über die Entſtehung und Bildung der Erde.

Die Menge der hierüber entworfenen Theorien iſt ungemein zahlreich. Schon im entfernteſten Alterthume fin-

den ſich häufige Spuren von Verſuchen, die Kosmogonie zu erklären. Viele unter den Alten nahmen ein Chaos an, aus welchem durch den Streit der Elemente eine Scheidung derſelben erfolgt, und alles an ſeine gehörige Stelle getreten ſey,

Lucidus hic aer, et quae tria corpora reſtant,
 Ignis, aquae, tellus unus acervus erant.
Ut ſemel haec rerum ſeceſſit lite ſuarum,
 Inque novas abiit maſſa ſoluta domos;
Flamma petit altum, propior locus aëra cepit,
 Sederunt medio terra fretumque ſolo.

Ovid. Faſt. I. 105. ſqq.

Leucipp, Epikur und **Demokrit** hingegen ließen die Welt aus Atomen entſpringen, welche von jeher in einer lothrechten fallenden Bewegung geweſen ſeyn, durch eine plötzliche Störung aber von ihrem geradlinichten Wege abgelenkt, ſich zufällig zuſammengefügt und ſo die Körper gebildet haben ſollten. Ueber dieſe Meynungen der Alten hat **Bayle** im hiſtoriſch-kritiſchen Wörterbuche unter den Art. **Ovid** und **Epikur** mit vielem Scharfſinn und Gelehrſamkeit geſchrieben.

Descartes (Principia philoſophiae, im 2ten B. ſeiner Opp. auch Amſt. 1685. 4.) bildet die Welt aus einem harten Klumpen Materie, den der Schöpfer durch ſeine Allmacht zerſchlug und in Bewegung ſetzte. Durch das Abreiben der Theile an einander entſtand eine ſehr ſubtile Materie, eine Menge kugelförmiger Theilchen und eine Anzahl grober eckichter Stücke. Dies ſind ſeine drey Elemente. Die ſubtile Materie bildete die Sonnen oder Fixſterne; die kugelförmigen Theilchen machten den Aether oder die Materie der Wirbel aus; die eckigten Stücken gaben den Stoff zu den Planeten und Kometen. Die Erde war Anfangs ein Stern mit einem eignen Wirbel, aber mit vieler groben Materie vermiſcht, welche endlich eine ganz dunkle Rinde darum bildete, aus der das innere Centralfeuer nur hie und da noch hervorbricht. So ward ſie von dem Wirbel der Sonne ergriffen und fortgeriſſen. Die gröbſten Theile des dritten Elements in der Erdrinde ſtürzten zuerſt nieder, und

bildeten die Erdſchichten und das Waſſer. Da aber die feinen Theile des dritten Elements, welche über dem Waſſer lagen, nicht ganz von den gröbern befreyt werden konnten, ſo wuchs von ihnen ein Bette über dem Waſſer zuſammen, das endlich einſtürzte, und Plänen, Anhöhen und Berge hervorbrachte. Auf eine eben ſo mechaniſche Art fährt dieſer Weltweiſe fort, die Entſtehung der Vulkane, Salze, brennbaren Materien, Metalle, Quellen u. ſ. f. zu erklären, ſo daß ſich die Aufgabe: Datis materia et motu facere mundum durch bloße Speculation ſchwerlich ſinnreicher auflöſen läßt. Und wenn gleich dies ganze Syſtem ein bloßer Traum und nicht im Mindeſten durch Erfahrungen unterſtützt iſt, ſo wird man doch das große und dreiſte Genie, das aus demſelben hervorleuchtet, nicht ohne Bewunderung bemerken.

Thomas Burnet (Telluris theoria ſacra, orbis noſtri originem et mutationes generales, quas aut jam ſubiit, aut olim ſubiturus eſt, complectens. Lond. 1681. 4.) zieht in dieſem mit warmer Einbildungskraft geſchriebenen Werke die moſaiſche Schöpfungsgeſchichte blos auf unſern Erdball, welcher anfänglich ein flüßiges Chaos von allerley Materien geweſen ſeyn ſoll. Die ſchwerern Materien, ſagt er, ſanken und bildeten den Kern, um dieſen ſammelte ſich das Waſſer, und darüber die Luft, aus welcher die erdichten und ölichten Theile herabfielen, der Luft ihre Durchſichtigkeit (das Licht) wiedergaben, und die alte Erdrinde, ohne Berge und Meere, den glückſeligen Aufenthalt der erſten Menſchen, bildeten. Nach 1600 Jahren zerriß dieſe Rinde, von der Sonnenhitze vertrocknet, ſtürzte in das Waſſer hinab, und nahm eine Menge Luft mit ſich, die das Gewäſſer noch mehr erhob. Dies war die **Sündfluth**. Allmählig eröfnete ſich das Waſſer Wege in unterirdiſche Höhlen, verließ einen Theil der eingeſtürzten Erdrinde, und brachte ſo unſre feſten Länder und Inſeln, welche aus Trümmern jener Rinde beſtehen, aufs Trockne. Man wird bald bemerken, daß dies Syſtem blos zu Erklärung der Sündfluth erfunden iſt, und wenig Kenntniß der Erdfläche verräth, welche keine Spuren eines

ſolchen allgemeinen Einſturzes angiebt, und in deren Schichten auch keine Seethiere begraben werden konnten, zu einer Zeit, da ſie keine Meere hatte. **Keil** (Examen theoriae telluris a Burneto editae. Oxon. 1698. 8.) hat daſſelbe ſchon ſehr gründlich widerlegt.

William Whiſton (A new Theory of the earth. Cambridge, 1708. 8.) nimmt an, die Erde ſey vor der Schöpfung oder Umbildung, welche von Moſe erzählt wird, und deren Tage er für Jahre erklärt, ein Komet geweſen. Am erſten Tage änderte nach ihm der Schöpfer ihre Laufbahn; nun ſenkten ſich die Theile des Schweifs gegen den Kern, und es ordneten ſich, faſt wie bey **Burnet**, Erde, Waſſer und Luft über einander. Die ſchwerſten Theile der Erde ſanken am tiefſten; daher entſtanden Vertiefungen, in denen ſich das Waſſer ſammelte, und Ungleichheiten auf dem Trocknen. Nach und nach ward die Luft völlig hell, ſo daß im dritten Jahre durch den Einfluß der Sonnenwärme die Pflanzen hervorkamen, im vierten die Geſtirne völlig erſchienen, und im fünften und ſechſten Thiere und Menſchen hervorgebracht wurden. Nach 600 Jahren kam ein anderer Komet der Erde nahe, ſein Schweif ſtürzte ſich in Regengüſſen herab, das von ihm angezogene unterirdiſche Waſſer durchbrach die Rinde, oder erhob ſie an mehreren Stellen, wodurch die großen Bergketten entſtanden. Als der Komet ſich wieder entfernte, verlief ſich das Waſſer theils in die entſtandenen Höhlen, theils in eine Hauptvertiefung, welche nun das große Weltmeer bildete. Die kleinen Seen im Lande vertrockneten daher, und ließen die Ueberbleibſel ihrer Schalthiere auf dem Boden zurück. Man wird in dieſer ſonſt ſinnreichen Hypotheſe die vielen willkührlichen Vorausſetzungen bald erkennen, obgleich ſonſt der Gedanke, unter den Schöpfungstagen Jahre oder Perioden von unbeſtimmter Dauer zu verſtehen, allgemeinen Beyfall verdient, und die Erklärung der Sündfluth durch einen Kometen allenfalls auch Traditionen und Schriftſtellen (z. B. Amos V, 8.) für ſich hat (ſ. **Chriſt** Geſchichte des Erdkörpers, S. 50. 51.).

John Woodward (Hiſtoria naturalis telluris. Lond.

1695. 8. An Eſſay towards the natural hiſtory of the Earth. Lond. 1733. 8.), der zwar viele Beobachtungen geſammelt hatte, aber doch ein ſchlechter Phyſiker war, hielt die Erde für eine Waſſerkugel mit einer feſten Rinde. Die Sündfluth erklärt er durch ein Wunder. Gott hob auf einmal Schwere und Zuſammenhang der Körper auf, wodurch ſich alles auflöſete; nur die Thiere blieben wegen der Verflechtung ihrer Fibern von dieſer allgemeinen Auflöſung ausgeſchloſſen (gerade, als ob bey aufgehobenem Zuſammenhange noch Fibern ſtatt finden könnten). Er ließ darauf die Schwere wieder entſtehen. Nun ſanken die Materien nach der Ordnung derſelben nieder, bildeten Schichten, und führten die organiſirten Körper mit ſich in die Schichten von gleicher ſpecifiſchen Schwere. Dieſe neue Rinde zerbrach wieder an einigen Stellen, und öfnete dem Waſſer Wege, ſich zu verlaufen, wodurch die Unebenheiten der Erdfläche entſtanden. Es iſt aber ganz ungegründet, daß die Materien der Schichten nach der Ordnung der ſpecifiſchen Schwere liegen; auch hat **de Lüc** (Briefe über die Geſchichte der Erde und des Menſchen, Th. I. XVII. u. f. Briefe) die häufigen Irrthümer und Fehlſchlüſſe dieſes Syſtems ſehr umſtändlich dargeſtellt.

Herr **von Leibnitz** (Protogaea ſ. de prima facie telluris et antiquiſſimae hiſtoriae veſtigiis in ipſis naturae monumentis diſſ. in Act. Erud. Lipſ. a. 1693. und beſonders durch **Scheid**, Goetting. 1749. 4.) läßt die Erde aus einem ausgebrannten und geſchmolzenen Körper entſtehen. Der Anfang ſeines Verlöſchens iſt die Scheidung des Lichts von der Finſterniß und die Epoche der Schöpfung. Die durch Hitze verglaſeten Schlacken machten die Rinde aus, in welcher beym Erkalten Buckeln und Blaſen, d. i. **Berge** und große **Höhlen**, entſtanden. Als die Oberfläche kalt genug war, fielen die Dünſte aus der Atmoſphäre herab, bedeckten die Fläche mit Waſſer, und löſten die Salze auf; daher das ſalzige Seewaſſer. Bey zunehmendem Abkühlen zerriß die Rinde, das Waſſer verlief ſich zum Theil in die Hölen, und brachte Länder aufs Trockne, welche den erſten Menſchen zu Wohnplätzen dienten. Endlich ſtürzten die

höchſten, vormals vom Waſſer bedeckten und alſo ſchon mit Conchylien angefüllten, Theile auf einmal nieder, fielen in die mit Waſſer bedeckten Tiefen, und trieben dadurch das Waſſer zum Zweytenmale über die ganze Erdfläche, bis ſich endlich Zugänge zu neuen Höhlen öfneten, worein ſich daſſelbe wieder verlaufen konnte. Man kan dieſem Syſtem vornehmlich entgegenſetzen, daß man keine allgemeinen Spuren einer ehemaligen Schmelzung oder Verglaſung in den Materien der Erdrinde (man ſ. *Wallerii* diſs. de tellure olim per ignem non fluida. Vpſal. 1761. 4.) oder auch eines fortdaurenden Erkaltens antrifft; und daß die Conchylien erſt zu einer Zeit, da das Land ſchon bewohnt war, niedergeſunken ſeyn müſſen, weil man ſie oft mit Pflanzen und Theilen von Landthieren vermiſcht findet.

Johann Scheuchzer (Hiſt. de l'Acad. des Sc. de Paris. a. 1708.) wollte wegen der vielen horizontalen und parallelen Erdſchichten von dem Begriff einer anfänglichen Flüßigkeit der Erdmaſſe nicht abgehen, konnte aber doch dieſen Begriff mit dem Anblicke der ungeheuren Alpen nicht vereinigen. Er nahm alſo an, nach der anfänglichen Bildung der Erde durch Niederſinken im Waſſer, und nach einer zweyten Ueberſchwemmung, habe Gott durch ſeine Allmacht die ſteinigten und feſten Schichten der Erde emporgehoben und verſchoben, wodurch denn die Berge mit parallelen, aber nicht horizontalen, Schichten entſtanden, die Gewäſſer aber wieder in die Vertiefungen zurückgetreten wären. Um einen neuen Einſturz zu verhüten, habe er dazu die am meiſten ſteinigten Gegenden, z. B. die Schweiz, gewählt. Aber eine ſolche Ableitung aus einem Wunder iſt keine Erklärung.

John Ray (Phyſico-theological diſcourſes concerning the primitive chaos, the general deluge and the diſſolution of the world. London, 1692. 1713. 8.) nimmt ebenfalls einen Niederſchlag der feſten Theile im anfänglichen Chaos an, wobey die Oberfläche mit Waſſer bedeckt war. Er läßt aber bey der Schöpfung durch unterirdiſche Winde und entzündete Dünſte **Erdbeben** entſtehen, die Berge und das trockne Land erheben, und das Waſſer ſich in den

Vertiefungen ſammeln. Durch die Ritzen der Erde brach das Feuer aus und bildete neue vulkaniſche Berge, auch Höhlen in der Tiefe. Die Sündfluth erfolgte durch eine allmählige Verrückung des Schwerpunkts der Erde, veranlaſſete große Veränderungen der Oberfläche, und brachte Länder aufs Trockne, die vordem Meergrund geweſen, und mit Seekörpern angefüllt waren. Dies Syſtem empfiehlt ſich durch eine ziemlich ungezwungne Erklärung der Sündfluth, und durch einige neue Ideen; es iſt auch nicht zu läugnen, daß die Vulkane und Erdbeben großen Antheil an der Bildung der Erdfläche gehabt haben; allein ihnen die Erhebung aller Berge zuzuſchreiben, iſt bey weitem mehr, als Wirkungen des unterirdiſchen Feuers jemals leiſten können.

Auch **D. Hook** (Poſthumous Works, Lond. 1705. fol.) erklärt die Veränderung der Erdfläche durch **Erdbeben**, welche ganze Theile des Meergrundes ohne Verletzung der Schichten, woraus ſie beſtanden, und der darauf befindlichen Berge emporgehoben hätten, durch gewaltſame Waſſerſtröme, Sturmwinde und allmähliges Herunterfallen der ſchwerern Theile. Beſonders, glaubt er, ſey durch Erdbeben eine Verrückung des Schwerpunkts der Erde entſtanden, wodurch ſich die Bewegung der Erdkugel um ihre Axe ſowohl der Richtung, als der Zeit nach, merklich geändert habe. **Raſpe** (Specimen hiſtoriae naturalis globi terraquei praecipue de novis e mari natis inſulis. Amſt. 1763. 8maj.) hat dieſes Syſtem verbeſſert vorgetragen.

Am vollſtändigſten iſt die Hypotheſe der Bildung der Erde durch das **unterirdiſche Feuer** von **Anton Lazaro Moro** (De' croſtacei e degli altri marini corpi, che ſi trovano ſu monti, Libri due, in Venezia, 1740. 4. Neue Unterſuchung der Veränderungen des Erdbodens von **A. L. Moro**, aus d. Ital. Leipzig, 1751. 8.) ausgeführt worden. Er nimmt von der Entſtehung einer neuen Inſel im Archipelagus am Meerbuſen der Inſel Santorin im Jahre 1707, ingleichen des Montenuovo bey Neapel im Jahr 1538, Gelegenheit zu behaupten, der ganze trockne Erdboden ſey durch

unterirdiſches Feuer entſtanden. Bey der Schöpfung befand ſich im Mittel der Erde das Centralfeuer, darüber eine dicke Erdrinde, und zu oberſt 175 Toiſen hoch Waſſer. Am dritten Tage ließ der Schöpfer das Feuer wirken, das die Rinde hob und ſo die urſprünglichen Berge bildete. Das Feuer durchbrach auch die Rinde hie und da, warf vulkaniſche Materien um ſich, bildete Schichten davon im Meere, und gab dieſem den ſalzigen Geſchmack, worauf es Seethiere und Pflanzen erhalten konnte. Inzwiſchen erhob das Feuer auch den Meergrund und bildete dadurch die Berge, welche Schichten, aber keine Seeprodukte, enthalten. Das Land ward durch die vulkaniſchen Ueberzüge fruchtbar und mit Menſchen, Thieren und Pflanzen beſetzt. Die immer fortdaurenden Wirkungen des Feuers hoben nun auch die mit Seekörpern verſehenen Berge empor, und bildeten unſere Erdſchichten in den Plänen. Die nachherigen Wirkungen der Vulkane haben noch bis auf unſere Zeiten manche locale Veränderungen hervorgebracht, die Wohnplätze der Thierarten 2c. verändert, woraus ſich erklärt, daß man ſo viel Elephantenknochen in den Nordländern aus der Erde gräbt, und an ſo vielen Orten verſteinerte Ammonshörner findet, deren lebende Originale nicht mehr angetroffen werden. Sehr ähnlich mit Moro's Hypotheſe iſt diejenige, welche Hr. **Keßler von Sprengseyſen** (Unterſuchung über die jetzige Oberfläche der Erde, beſonders der Gebirge. Leipz. 1787. 8.) ganz neuerlich, nur mit mehr Rückſicht auf die moſaiſchen Erzählungen, vorgetragen hat. Man findet in der That in dieſen Syſtemen mehr bekannte und wirklich vorhandene Urſachen angegeben, als in irgend einem der vorigen; allein es iſt unmöglich, daß die elaſtiſche Kraft der unterirdiſchen Dämpfe ſolche Bergketten, wie die Cordelieren und Alpen ſind, aus der Tiefe des Meeres erheben und mit gehöriger Feſtigkeit unterſtützen könnte. Der Bau der Berge iſt offenbar dagegen; denn ſie machen kein über einem Abgrunde auf Wiederlagen ruhendes Gewölbe aus, ſondern ihr Fuß iſt vielmehr breiter, als ihr oberer Theil. Aus dieſen mechaniſch richtigen Gründen hat de **Lüc** (Briefe über die Geſchichte d. Erde, XLVII. u. f. Briefe) alle die-

ſe Syſteme, welche die Berge durch unterirdiſches Feuer emporheben laſſen, ſehr ausführlich widerlegt.

Der Abt Plüche (Spectacle de la nature. à la Haye, 1738 8. To. III. P. 2.) läßt bey der Entſtehung der Erde die Ebnen des Aequators und der Ekliptik zuſammenfallen, daraus einen beſtändigen Frühling erfolgen, und das Meer zum Theil in unterirdiſchen Höhlen verborgen liegen. Plötzlich aber lenkt der Schöpfer die Erdaxe nach den nördlichen Geſtirnen, die Sonnenhitze fällt ganz auf die eine Halbkugel, es entſtehen gewaltſame Ausdehnungen der Luft, die Stürme dringen zwiſchen das unterirdiſche Waſſer und die Wölbung der Höhlen ein. Auch fällt das Waſſer der Atmoſphäre in heftigen Regengüſſen herab. Die Erde zerbricht davon, fällt ſtückweis in die Tiefen, und treibt das Waſſer herauf. Hierdurch entſteht die Sündfluth. Endlich bringen Ausdünſtung und Ablauf die Erde wieder aufs Trockne, wo man noch die Erdſchichten, als Ueberbleibſel des älteſten Baues, aber auch die Spuren der Veränderungen antrifft, die das Waſſer und der Einſturz darauf verurſacht haben. In dieſem Syſtem iſt die angenommene Urſache unſtreitig zu ſchwach, um ſo gewaltſame Wirkungen hervorzubringen.

Bourguet (Lettres philoſophiques ſur la formation des ſels et des criſtaux. à Amſterd. 1729. 12mo) glaubte in der Geſtalt und Lage der Gebirge eine allgemeine Aehnlichkeit mit Feſtungswerken zu finden, wo immer einwärtsgehende und hervorſpringende Winkel mit parallelen Schenkeln einander gegenüber ſtehen. Auch ſtand er, wie viele andere Naturforſcher, in den Gedanken, daß man in allen Bergen Schichten und Conchylien finde. Er erklärte alſo die Bildung der Berge aus Strömen des ehemaligen Meeres, ſo wie ſich an den Biegungen der Flüſſe ebenfalls Winkel mit parallelen Schenkeln an beyden Ufern gegenüber ſtehen. Allein dies iſt mehr die Wirkung eines reißenden Stroms, der ſich Wege durchbricht, als die eines weit ausgebreiteten und Niederſchläge abſetzenden Meeres, zu geſchweigen, daß dieſe Anordnung nur bey einer ſehr geringen Anzahl von Bergen ſtatt findet, und daß dieſe Berge ſchon vorhanden ſeyn mußten, ehe ſich die Fluth den Weg durch die-

ſelben öfnet. Dieſe Anordnung zeigt ſich vielmehr bloß an den Seiten der Thäler, welche die großen Bergketten nach der Queere durchſchneiden.

Johann Gottlob Krüger (Geſchichte der Erde in den älteſten Zeiten. Halle, 1746. 8) nimmt drey große Veränderungen der Erde an. Zuerſt war ſie vom Waſſer bedeckt, in welchem die Schalthiere lebten: damals erhielt ſie ihre ſphäroidiſche Geſtalt: dann brannte ſie aus, die Conchylien wurden gekocht, und in Schiefer und andere geſchmolzene Materien begraben. Endlich ward ſie durch Erdbeben erſchüttert, welche den Bergen, Hügeln und Sandlagen ihre gegenwärtige Geſtalt gaben.

De Maillet (*Telliamed*, ou Entretiens d'un Philoſophe Indien avec un Miſſionaire François ſur la diminution de la mer. Nouv. edit. à la Haye, 1755. To. II. 12.) erklärt die Bildung der Erdfläche aus einer ſanftern und langſamer wirkenden Urſache, aus der beſtändigen Abnahme oder dem Zurücktreten des Meeres. Urſprünglich iſt zwar auch bey ihm die Erdkugel eine ausgebrannte Sonne, welche nach dem ſonderbaren Syſtem, das er ſich über die Revolutionen der Himmelskörper träumt, ehedem die Stelle der jetzigen Sonne eingenommen hat, dann aber auf einmal in eine große Entfernung von derſelben fortgeſchleudert und mit Waſſer aus den andern Planeten überſchwemmt worden iſt. Dieſes Waſſer dünſtet nun jetzt immer mehr aus und nimmt ab, bis endlich die Erde, die indeß dem Mittelpunkte wieder näher rückt, ganz vertrocknet ſeyn und wieder zur brennenden Sonne werden wird. Von dem ehemaligen Brande haben die Mineralien und Metalle ihren Urſprung. Das Meer aber ſenket ſich jetzt um 3 Fuß in tauſend Jahren. Die Berge ſind von Bodenſätzen des alten weit höhern Meeres und ihre Ungleichheiten von den Meerſtrömen entſtanden. Aus dem Waſſer ſind alle Pflanzen, ja auch alle Thiere und ſelbſt der Menſch hervorgegangen, welcher anfänglich ein Bewohner des Meeres war. Die Schöpfungstage macht er zu langen Zeiträumen, und legt dem Menſchengeſchlechte ein Alter von wenigſtens 500000 Jahren bey. Es iſt kaum zu begreifen, wie weit

dieſen Schriftſteller die Vorliebe zu einem Syſtem geführt hat, das ſich doch nur auf einige locale Beobachtungen an den Küſten des mittelländiſchen Meeres gründet. Er trägt zur Beſtätigung des Theils, der die Thiere und Menſchen betrifft, die lächerlichſten Fabeln vor, und giebt Blößen, welche de Lüc (Briefe über die Geſch. der Erde, Th. I. XLI. u. f. Brief) faſt umſtändlicher, als es nöthig war, darſtellet. Uebrigens hat er wegen ſeiner guten Schreibart viele Leſer gefunden, und den Satz: daß unſer feſtes Land ehedem Meergrund geweſen ſey, ſehr ſchön und überzeugend dargethan.

Le Cat trug im Magazin François, Juillet, 1750. ein Syſtem vor, welches die Entſtehung der Berge auf dem ſonſt ebnen Meergrunde der Wirkung des Mondes, oder der Ebbe und Fluth, zuſchreibt. Dieſe, ſagt er, häufte den Schlamm in ungeheure Maſſen auf; dadurch mußten an andern Stellen Vertiefungen entſtehen, in welche ſich das Waſſer ſenkte, und einen Theil der erhobnen Erde auf dem Trocknen zurückließ. Dieſe Wirkungen dauern noch immer, wiewohl langſamer, fort, und endlich wird das Meer die ganze Erdkugel aushöhlen. Man ſieht aber gar bald, daß die Wirkung der Ebbe und Fluth auf einer regelmäßigen ſphäroidiſchen Fläche den Schlamm nicht in Berge aufhäufen, ſondern höchſtens nur gegen die Pole treiben und in Geſtalt von Zonen anlegen kan.

Der Graf Büffon (Hiſtoire naturelle generale et particuliere, To. I., Theorie de la terre, ingl. mit beträchtlichen Abänderungen Supplement, To. IX et X. Paris, 1778. 8.) benützt den Umſtand, daß ſich alle Planeten um die Sonne und um ihre Axen nach einerley Seite zu bewegen, und daß ihre Bahnen nur kleine Winkel, höchſtens von $7\frac{1}{2}°$ mit einander machen, zu der Vermuthung, daß ihre anfängliche Bewegung aus einer gemeinſchaftlichen Urſache entſtanden ſey. Er ſtellt ſich vor, ein Komet ſey ſchief gegen die Sonne gefallen und habe von ihr den 650ſten Theil ihrer Maſſe abgeſtoßen, auch den Stücken die Umdrehung um ihre Axe nach eben der Richtung mitgetheilt. Dieſe Stücken fiengen nun vermöge der Gravitation ihre Central-

bewegungen an, und platteten ſich durch die Umdrehung ab. Ein ſolches Stück war die Erde; anfänglich alſo in einem Zuſtande der Schmelzung und des Glühens, und nur allmählig erhärtend und erkaltend. Nach B. Berechnungen hat das Glühen 3000, und die Hitze, bey welcher man die Erdkugel noch nicht hätte berühren können, 34000 Jahre gedauert. Wenn ein Klumpen geſchmolzenes Glas oder Metall erkaltet, ſo entſtehen auf der Oberfläche Löcher, Wellen, Ungleichheiten, und darunter Höhlen und Blaſen. So entſtanden die urſprünglichen Bergketten und Höhlen der Erde; auch wurden in dieſem Zeitraume die Metalle in den Gängen durch Sublimation bereitet. Das Meer aber befand ſich ganz in der Atmoſphäre, weil die Erde wenigſtens 25000 Jahre lang ſo heiß war, daß ſie alles Waſſer in Dämpfe verwandelte. Erſt nach dieſer Zeit fiel das Waſſer nach und nach herab, und bedeckte die Fläche auf 2000 Toiſen hoch, ſo daß nur die Gipfel der höchſten Berge hervorragten. In dieſem noch heißen Meere bildeten ſich die Schalthiere in ungeheurer Anzahl, zum Theil andere Gattungen, als jetzt leben. Der Druck des Waſſers grub große Vertiefungen aus, und eröfnete Wege zu den unterirdiſchen Höhlen. Dadurch kam nun mehr Land aufs Trockne, und es fieng die Bevölkerung mit lebenden Weſen an, welche bey der damaligen erſten Stärke der Natur und mehrern Wärme koloſſaliſche Größen hatten. Die Polarländer erkalteten zuerſt, daher nahm hier die Bevölkerung ihren Anfang, endlich verlief ſich auch das Gewäſſer um den Aequator. Während dieſer Zeit, die v. B. auf 20000 Jahre ſetzt, entſtanden aus den Trümmern der Schalthiere unter dem Waſſer alle kalkartige Materien, und die mit Schichten und Seeprodukten verſehenen Berge der zweiten Ordnung. Durch die aus der innern Wärme der Erde herrührende Elektricität entſprangen die Vulkane, welche neue Inſeln hervorbrachten, das Land mit Lava bedeckten, und den Boden fruchtbar machen halfen. Die Elephanten, Wallroſſe u. dgl. lebten damals in den Nordländern, bis die zunehmende Erkaltung ſie zwang, in die heiße Zone überzugehen; daher man in Nordamerika, Sibirien ꝛc. ſoviel

gegrabnes Elfenbein findet. Endlich vollendeten partielle Ueberſchwemmungen, langſame Wirkungen des Regens, und die immer fortgehende Bewegung des Meeres von Oſten nach Weſten das Werk, und gaben der Erdfläche die gegenwärtige Geſtalt. Die Erkältung aber nimmt immer mehr zu, und nach 93000 Jahren wird die lebende Natur wegen der Kälte nicht mehr beſtehen können. Dies ſind die Hauptzüge eines Syſtems, das ſein Urheber mit der ihm eignen hinreißenden Beredſamkeit vorgetragen hat, das man aber bey genauerer Prüfung für nichts weiter, als für einen ſchönen Traum, erklären kan. In den Beobachtungen findet ſich keine Spur einer abnehmenden Wärme oder Erkaltung, und wenn es eine der Erde eigne, von der Sonne unabhängige, Wärme giebt (ſ. Centralfeuer), ſo kan doch allen phyſikaliſchen Grundſätzen gemäß, kein Erkalten des Ganzen in dem hier angenommenen Sinne ſtatt finden, weil außer der Erde und ihrer Atmoſphäre nichts da iſt, was dieſen Wärme entziehen kan. Die freye oder fühlbare Wärme geht zwar aus einem glühenden Eiſen in die Luft über, weil die Luft kälter iſt; aber dies iſt nicht der Fall der Erdkugel, welche zwar ihrer Atmoſphäee Wärme mittheilt, aber auch wieder Wärme von dieſer annimmt, wenn ſie kälter iſt. Außer der Atmoſphäre aber iſt nichts weiter vorhanden, was der Erde Wärme entziehen könnte. So kan ſich kein Beweis dieſes Erkaltens in der Phyſik finden, und die Geſchichte lehrt vielmehr, daß das Klima ſo vieler Länder durch die Cultur immer milder und wärmer werde. Dazu kömmt, daß die Planeten, wenn ſie aus der Sonne abgeriſſen wären, ihre Perihelien weit näher bey der Sonne haben müßten, daß die urſprünglichen Materien zwar glasartig, aber keinesweges verglaſet ſind, daß die kalkartigen Stoffe ſich ſelbſt in den urſprünglichen Gebirgen, und oft ohne alle Spuren von Seethieren finden, daß die neuſten Anhäufungen des Meeres, welche die meiſten Conchylien enthalten, großentheils aus glasartigen Materien beſtehen, daß die Bewegung des Meeres von Oſten gegen Weſten die beygelegten großen Wirkungen nicht hervorbringen kan, daß der Regen und die Bäche die Berge durch Abrundung und Bö-

ſchung mehr befeſtigen, als zerſtören u. ſ. w. De Lüc (Briefe üb. die Geſch. d. Erde, Th. II. CXLI. u. ſ. f. Briefe) ſetzt dies alles umſtändlich aus einander, und ſchließt mit der Bemerkung, daß dieſe Büffonſche Naturgeſchichte als **allgemeine** ſehr mangelhaft, als **partikuläre** aber reich an Schönheiten und vortreflichen Beobachtungen ſey.

Joh. Heinrich Gottlob von Juſti (Geſchichte des Erdkörpers, Berlin, 1771. gr. 8.) läßt ebenfalls die Erde aus der Sonne entſpringen, und eignet ihr ein Centralfeuer zu, welches nach einer Arbeit von mehr als 1000 Jahrhunderten die urſprünglichen Felſen emporgehoben haben ſoll. Die übrigen Berge leitet er von abwechſelnden Ueberſchwemmungen her, nimmt auch eine Veränderung der Erdaxe an, um zu erklären, wie die Elephantenknochen in die nordiſchen Gegenden kommen. Herr **Wiedeburg** (Anwendung der Natur- und Größenlehre zur Rechtfertigung der heil. Schrift. Nürnberg, 1782. gr. 8.) hat dieſes Syſtem umſtändlich widerlegt; er ſelbſt (Neue Muthmaßungen über die Sonnenflecken, Kometen und die erſte Geſchichte der Erde, v. **J. E. B. Wiedeburg**. Gotha, 1776. gr. 8.) iſt der Meynung, die Erde ſey, wie alle Planeten, zuerſt ein **Sonnenflecken**, dann ein Komet geweſen, und endlich vom Schöpfer in ihre jetzige weniger eccentriſche Laufbahn gebracht worden — eine Art von Generationsſyſtem für die Weltkörper, dergleichen ſchon **Lambert** (Kosmologiſche Briefe über die Einrichtung des Weltbaus, Augſp. 1761. 8. S. 9. u. f.) hinlänglich widerlegt hat.

Herr **de Lüc** (Lettres phyſiques et morales ſur l'hiſtoire de la terre et de l'homme, adreſſées à la Reine de la Grande-Bretagne, à la Haye 1779. Tomes V. 8maj., mit einiger Abkürzung überſetzt unter dem Titel: Phyſikaliſche und moraliſche Briefe über die Geſchichte der Erde und des Menſchen, von **J. A. de Lüc**. Leipzig, 1781. II. Bänd. gr. 8.) hat nicht nur die meiſten der bisher angezeigten Hypotheſen ſehr ſcharf geprüft, ſondern auch ein anderes, ungleich beſſeres Syſtem an ihre Stelle geſetzt. Er geſteht mit Beſcheidenheit ein, daß es ihm nicht möglich ſey, die phyſikaliſche Urſache, welche die urſprüngli-

chen Berge gebildet hat, anzugeben, und ſchränkt daher ſeine Erklärungen auf die neuere Geſchichte der Erde und auf dasjenige ein, was die Betrachtung unſers feſten Landes faſt augenſcheinlich lehrt: **daß unſer feſtes Land ehedem Meergrund geweſen ſey, daß das Meer ſein ehemaliges Bett durch eine plötzliche Revolution, und noch nicht ſeit ſogar langer Zeit, verlaſſen habe.** An dem erſten dieſer Sätze kan ohnehin kein Naturforſcher zweifeln; der plötzliche Rückzug des Meeres wird daraus wahrſcheinlich, weil die Hypotheſe einer allmähligen Abnahme viele Phänomene nicht erklärt, und beſonders nicht zeigt, wie ſich in den Erdſchichten Seeprodukte finden können, deren lebende Originale nicht in den benachbarten, ſondern nur in ſehr entfernten Meeren, zum Theil auch gar nicht mehr, angetroffen werden; weil auch die Schicht der fruchtbaren Dammerde an den Stellen der feſten Länder, welche bloß unter den Händen der Natur geblieben ſind, überall gleich groß (nicht viel über einen Schuh hoch) gefunden wird, welches anzeigt, daß alles platte Land zugleich aufs Trockne gekommen, und dieſe Revolution ſo ſehr alt nicht ſey, als ſie einige Schriftſteller der bibliſchen Zeitrechnung zuwider annehmen. Hierauf gründet ſich nun folgende neuere Geſchichte der Erde. Das alte Meer häufte Bodenſätze von kalkartigen Materien, die nach und nach immer mehr mit Conchylien, auch mit Spuren von Pflanzen und Landthieren vermiſcht wurden, welche die Flüſſe aus dem damaligen feſten Lande herbeyführten. Das Waſſer filtrirte ſich durch den Boden, erzeugte unter dem Meere innere Gährungen, Entzündungen, Dämpfe und Ausbrüche von Vulkanen, welche Lavenſchichten bildeten, die hin und wieder mit Bodenſätzen des Meers abwechſeln. Die davon unzertrennlichen Erdbeben machten Spalten in den Bergen, welche ſich nachher mit Materien ausfüllten, die Produkte des Waſſers und Feuers zugleich ſind. Dies ſind unſere Gänge. Auch warfen die Vulkane Trümmern des urſprünglichen Bodens aus, und bildeten davon Anhäufungen und Schichten. Durch den Einſturz des Bodens in die vom unterirdiſchen Feuer erweiterten Höhlen ward die Flä-

che des alten Meeres immer niedriger; die Vulkane traten mit ihren Oeſnungen hervor, wirkten freyer, und warfen oft ungeheure Granitblöcke mitten in die Kalkgebirge. Endlich machte das Meer ſtatt der kalkartigen nur noch kieſelartige oder ſandige Bodenſätze, und führte Mergel und Thon über den Boden. Dies war ſein letztes Werk. Auf einmal verließ es den ſo gebildeten Boden unſerer feſten Länder durch eine plötzliche Revolution, die **de Lüc** von dem Einſturze der alten Länder herleitet, welche nach ihm Wölbungen über großen Höhlen waren. Das Waſſer hatte ſich nach und nach Zugänge dazu eröfnet, Gährungen und Vulkane veranlaſſet; die Gewölber ſtürzten nieder, das feſte Land verſchwand, das Waſſer breitete ſich darüber aus, und die Meeresfläche ward dadurch ſo niedrig, daß unſere heutigen Länder aufs Trockne kamen, dagegen die Stelle der ehemaligen Länder anjetzt vom Weltmeere bedeckt wird. Es iſt hier unmöglich, die zahlreichen Beobachtungen anzuführen, welche den einzelnen Theilen dieſes Syſtems zur Grundlage dienen, und die der Verfaſſer theils von Andern entlehnt, theils auf ſeinen Reiſen durch die Schweiz, Deutſchland und Holland ſelbſt geſammelt hat. Beſonders iſt der Satz, daß es ſchon bewohnte Länder gab, als unſer jetziges Land noch Meergrund war, durch das ganze Werk hindurch, auf mannichfaltige Weiſe beſtätiget, und daraus das Phänomen der gegrabnen Elephantenknochen in den Nordländern (CXLV. Brief.) ſehr glücklich erklärt. Herr **de Lüc** ſetzt das Alter des jetzigen feſten Landes nicht über 4000 Jahr, erklärt die Revolution, die es aufs Trockne brachte, und das alte Land zerſtörte, für die Sündfluth, und zeigt (CXLVI. CXLVII. Brief.), daß ſein ganzes kosmologiſches Syſtem mit der moſaiſchen Erzählung und Zeitrechnung übereinſtimme, wenn man die Schöpfungstage für Perioden von unbeſtimmter Dauer annimmt.

Mit dieſem Syſtem ſtimmt **Hollmann** (Comment. de corporum marinorum aliorumque peregrinorum in terra continente origine, in Comm. Gotting. Tom. III. p. 285 ſqq.) in den Hauptſätzen, daß unſer Land Meergrund geweſen, und durch Einſturz des alten Landes in unterirdi-

ſche Wölbungen aufs Trockne gekommen ſey, völlig über-
ein, obgleich ſeine Abhandlung bereits 1753 geſchrieben iſt.

Pallas (Obſervations ſur la formation des montagnes, et les changemens arrivés au globe. à St. Petersb. 1777. 4. überſetzt in den leipziger Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſchichte, II. Band,) nimmt an, daß die hohen Granitketten jederzeit Inſeln auf der Oberfläche der Gewäſſer ausgemacht haben, und daß in den Schichten, die ſich daran anlegten, Kieſe und Vulkane entſtanden ſind. Dieſe alten Vulkane zertrümmerten die Schichten, ſchmolzen und verkalkten ihre Materien, und bildeten dadurch die erſten Schiefer- und Kalkberge, ingleichen die nachher mit Erzen u. dgl. ausgefüllten Spalten und Gänge derſelben, ſie zerſtörten auch die auf dem Meergrunde liegenden Haufen von Conchylien und Muſchelbänken, und veranlaſſeten Bodenſätze von verſchiedner Art. Endlich trieb eine gewaltſame Revolution, welche er von den Ausbrüchen der häufigen Vulkane im indiſchen und ſtillen Meere herleitet, die Gewäſſer gegen die zuſammenhängenden Bergketten von Europa und Aſien zu, zerſtörte die ſüdwärts derſelben gelegnen Länder, überſtieg die niedrigſten Theile der Ketten, und führte die Trümmern der Pflanzen und Thiere mit ſich in die nördlichen Gegenden, aus welchen das Waſſer wieder in neueröfnete Schlünde abfloß. Dies wird aus der Geſtalt der Meerbuſen, Spitzen des feſten Landes, aus der Lage der Gebirge und andern Umſtänden wahrſcheinlich gemacht, und in der That leitet auch der erſte Blick auf eine Weltkarte faſt unwiderſtehlich auf die Vermuthung einer ſolchen aus Süden gekommenen Fluth.

Nur mit wenigem will ich des Syſtems gedenken, welches Herr **Gerhard** (Verſuch einer Geſchichte des Mineralreichs. Berlin, 1781. 8.) ganz auf Gründe der Chymie gebaut hat, wobey er den Schöpfer bloß Kieſelerde, Feuer und Waſſer hervorbringen, und daraus durch die Bewegung im Chaos die Salze und übrigen Erden, nebſt Thon, Oelen, Schwefel und Kieſen entſpringen, dann aber durch Gährung und Niederſchlag die Schichten ſich ordnen und durch Erhitzung und Ausbrüche fixer Luft wieder zertrüm-

mern läßt. Dies heißt wohl, unſern Planeten zu einem bloß chymiſchen Produkte und zugleich zur Werkſtatt deſſelben machen, welches gewiß eben ſo fehlerhaft iſt, als wenn man ihn mit **Descartes** bloß mechaniſch aus Materie und Bewegung bilden will.

Eben ſo ſonderbar iſt die Meynung des Freyherrn **von Gleichen, genannt Rußworm** (Von Entſtehung, Bildung, Umbildung und Beſtimmung des Erdkörpers. Nürnb. 1782. 8.), welcher durch ſeine Beobachtungen über die Infuſionsthierchen bekannt iſt. Er glaubt, die Erde ſey Anfangs eine bloße Waſſerkugel geweſen, welche zuerſt Fiſche hervorgebracht habe, aus deren Verfaulung Erde entſtanden ſey, die ſich geſetzt, und den feſten Körper zu bilden angefangen habe. Die Gährung habe darauf Hitze, Aufblähungen und Erhöhungen veranlaſſet, die Bewegung des Waſſers habe den Schlamm zu Schalen geformt, woraus der Kalk bereitet worden ſey. Endlich ſey die Erde über das Waſſer hervorgetreten, und dem Sonnenlichte ausgeſetzt worden. Das Waſſer nehme immerfort ab, die Wärme aber zu, und ſo werde endlich die ganze Erdkugel im Feuer zerſchmelzen.

Auch **Wallerius** (Phyſiſchchemiſche Betrachtungen über den Urſprung der Welt, beſonders der Erdwelt und ihre Veränderungen, aus dem Latein. Erfurt, 1782. 8.) leitet den Urſprung aller Körper aus dem **Waſſer** her, aus welchem die feſten Körper durch Gerinnungen und Concretionen entſtanden ſeyn ſollen. Er bemüht ſich mit vielem Scharfſinn und mit Anwendung ſeiner großen mineralogiſchen und chymiſchen Kenntniſſe dieſe ſonderbare Behauptung mit den moſaiſchen Tagwerken in eine buchſtäbliche Uebereinſtimmung zu bringen. Eine beſtändige Verminderung des Waſſers und das Zunehmen des feſten Landes hat auch **Linne** (De telluris habitabilis incremento, in Amoenit. Academ. Vol. II.) angenommen.

Herr Conſiſtorial- und Oberbaurath **Silberſchlag** (Geogenie, oder Erklärung der moſaiſchen Erderſchaffung nach phyſik. und mathem. Grundſätzen, Berlin, 1 u. 2 Th. 1780. 3 Th. 1783. gr. 4.) macht ganz die moſaiſche Schö-

pfungsgeſchichte zur Grundlage ſeines Syſtems. Gott ſchuf nach ihm das Chaos für jeden Weltkörper da, wo dieſer ſeine Stelle haben ſollte. Am erſten Tage entzündeten ſich die Sonnen, und die Umdrehungen um die Axen fiengen an. Am zweeten vollendete ſich die Abſonderung der Luft, das Waſſer blieb auf der Fläche, und im Kerne grif die Verſteinerung ſchnell um ſich. Im Innerſten brach eine ungemeine elaſtiſche Kraft, ein plötzlich wirkendes Feuer aus, bildete ungeheure Höhlungen im Innern und trieb die Erde hie mehr, dort weniger empor. Dadurch traten Land, Inſeln und Berge hervor, und das Meer verlief ſich zum Theil in die Höhlen. Die Felſen wurden theils durch die ſchlammichte Fläche, theils durch Steinſchichten hindurchgeſchoben, theils ward die weiche Maſſe zu Hügeln und Rücken erhoben, theils brach das Feuer durch Oefnungen, und warf Granit, Quarz und Sand weit umher. Durch eben dieſe elaſtiſche Kraft wurden auch lange Gänge und Canäle gebildet, ingleichen Höhlen, welche wie Stockwerke über einander liegen, und zum Theil mit dem großen Centralgewölbe Gemeinſchaft haben. Aus dieſem Höhlenſyſtem und den darinn befindlichen Gewäſſern erklärt Herr S. die Art und Weiſe, wie die Sündfluth habe entſtehen, und wieder abfließen können, ſehr gekünſtelt, mit Hülfe eines von Blech verfertigten Heronsbrunns. Die Conchylien in den Erdſchichten ſollen vorher in den Seen der unterirdiſchen Höhlen gelebt haben, und durch den Ausbruch der Gewäſſer bey der Sündfluth auf die Erdfläche geführt worden ſeyn. Die Elephanten- und Rhinocerosknochen ſchwammen, durch die Verweſung leichter gemacht, auf dem Waſſer, wurden durch Wind, Wellen, und Ströme der ablaufenden Fluth herumgeführt und endlich in den von höhern Gegenden herabfließenden Schlamm und Sand begraben. Man ſieht bald, daß die künſtlichen Veranſtaltungen dieſes Syſtems bloß dadurch nothwendig werden, weil Herr S. den ſo wahrſcheinlichen Satz, daß unſer Land lange Zeit der Grund eines ruhenden Meeres geweſen ſey, nicht annehmen, ſondern die Bildung des Bodens aus der Sündfluth, als einer plötzlichen Revolution, herleiten will, welches ſich frey-

lich nicht ohne Zwang mit den Phänomenen vereinigen läßt. (Man ſ. Philoſophiſchphyſiſche Fragmente über die Geogenie, worin die vornehmſten Meynungen des Hrn. Silberſchlags freymüthig geprüft werden. 1ſter Theil. Breslau, 1783. gr. 4.)

Bey einer ſolchen Menge von Hypotheſen, die ſich mehrentheils auf die Lieblingsideen oder Lieblingsſtudien ihrer Urheber gründen, wird derjenige vielleicht am beſten thun, der gar nicht ausführlich von den Naturforſchern zu wiſſen verlangt, wie die Erde und die Welt geſchaffen worden ſey, der vielmehr bey demjenigen ſtehen bleibt, was uns die Beobachtungen mit der größten Wahrſcheinlichkeit zeigen, daß die Erde allerdings ehedem anders als jetzt, ausgeſehen habe (ſ. *A. F. v. Veltheim* Etwas über die Bildung des Baſalts und die vormalige Beſchaffenheit der Gebirge in Deutſchland. Leipz. 1787. gr. 8.), daß unſere Länder ehedem Meergrund geweſen ſind, welches außer **de Maillet, Hollmann, Büffon** und **de Lüc**, auch **Lehmann** (Verſuch einer Geſchichte von Flözgebirgen. Berlin, 1756. 8.) dargethan hat, daß eine einzige Ueberſchwemmung, alſo auch die von Moſe erwähnte Sündfluth, allein zu Erklärung der Phänomene nicht hinreicht, daß die Vulkane und Erdbeben an der Bildung der Erdfläche einen ſehr großen Antheil haben (ſ. **Vulkane**), und daß überhaupt ſehr viele mit einander verwickelte, theils gewaltſam, theils allmählig wirkende Urſachen zuſammengekommen ſind, um die Erdfläche zu dem, was ſie jetzt iſt, zu einem ſo bequemen Wohnplatze des Menſchen, und der ganzen lebenden Natur zu bilden.

Johann Lulofs Einleitung zu der mathematiſchen und phyſikaliſchen Kenntniß der Erdkugel; aus dem Holländ. von A. G. Käſtner. Göttingen u. Leipz 1755. gr. 4.

Fr. Mallet allgemeine oder mathematiſche Beſchreibung der Erdkugel; aus dem Schwed. von L. H. Röhl. Greifsw. 1774. 8.

J. Elert Bode Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel. Berlin, 1786. gr. 8.

Erxleben Anfangsgründe der Naturlehre. Vierte Aufl. mit Zuſätzen von G. C. Lichtenberg. Göttingen, 1787. 8. im dreyzehnten Abſchnitte.

Torb. Bergmann phyſikaliſche Beſchreibung der Erdkugel; aus dem Schwed. von L. H. Röhl. Zwote Auflage. Greifswalde, 1780. 2 Bände, gr. 8.

J. A. de Lüc phyſikaliſche und moraliſche Briefe über die Geſchichte der Erde und des Menſchen; aus d. Franz. Leipzig 1781. 2 Bände, gro. 8.

J. L. Chriſt Geſchichte unſers Erdkörpers von den erſten Zeiten der Schöpfung des Chaos an ꝛc. Frf. und Leipz. 1785. 8.

Erdkugel, künſtliche, Globus terreſtris artificialis, *Globe terreſtre.* Eine Kugel, auf deren Oberfläche eine ähnliche Vorſtellung der Erdfläche, ihrer Länder, Meere, vornehmſten Orte u. ſ. w. ingleichen der Kreiſe und Punkte, welche man ſich auf ihr gedenket, entworfen iſt, und die in einem ſchicklichen Geſtell um eine durch die Pole gehende Are gedrehet werden kan — ein Modell der Erdkugel im Kleinen.

Um Wiederholungen zu vermeiden, verweiſe ich wegen deſſen, was die Geſchichte der künſtlichen Erdkugeln, ihre Verfertigung, die Streifen, womit ſie überzogen werden, die Einrichtung ihres Geſtells ꝛc. betrift, auf den Artikel: **Himmelskugel, künſtliche,** und will hier nur mit wenigem erwähnen, was der künſtlichen Erdkugel beſondes eigen iſt.

Daß man alle Kreiſe und Punkte, die an der Himmelskugel angenommen werden, auch auf der Erdkugel vorſtellen könne, iſt bereits bey dem Worte: **Erdkugel** erwähnt, und durch Taf. VIII. Fig. 2. erläutert worden. In dieſer Abſicht gedenkt man ſich Himmel und Erde als zwo concentriſche Kugeln, wobey eigentlich die Erde unendlich klein, oder nur als ein Punkt gegen den Himmel, angenommen werden muß. Da es aber hiebey bloß auf Kreiſe und Bogen, oder auf Maaße von Winkeln am Mittelpunkte c ankömmt, mithin die Halbmeſſer dieſer Kreiſe in jeder beliebigen Größe genommen werden können, ſo kan man in der Figur ohne allen Fehler der Erde eine merkliche Größe beylegen; und bey der Verfertigung der Globen ſelbſt werden Himmels- und Erdkugel gewöhnlich beyde von einerley Größe gemacht.

So geht durch beyde Kugeln die gemeinſchaftliche Are

PS, und bezeichnet auf der Erdkugel die Punkte p und s, den Nord- und Südpol. Der auf dieſe Axe ſenkrechte größte Kreis aq, der von den Polen in jedem Punkte um 90° entfernt iſt, wird der **Erdäquator**, ſo wie AQ der Aequator am Himmel iſt. Und, wie am Himmel die mit dem Aequator parallel laufenden kleinern Kreiſe DE, FG, IK, LT, **Tagkreiſe** genannt werden, weil jeder Stern täglich einen ſolchen Kreis zu durchlaufen ſcheint, ſo heißen auf der Erdkugel die übereinſtimmenden Kreiſe, wie de, fg, ik, lt, **Parallelen** oder **Parallelkreiſe**. Unter dieſen Parallelen ſind die, welche $23\frac{1}{2}°$ (oder um die Schiefe der Ekliptik) vom Aequator abſtehen, am Himmel FG und IK, auf der Erde fg und ik, die **Wendekreiſe des Krebſes und des Steinbocks**; die, welche in gleichem Abſtande von $23\frac{1}{2}°$ um die Pole laufen, am Himmel DE und LT, auf der Erde de und lt, der **nördliche** und **ſüdliche Polarkreis**. Der oberſte Punkt der Erdkugel o ſtellt, weil man doch auf der Erdfläche überall oben zu ſtehen glaubt, den jedesmaligen Standort vor, deſſen ſcheinbarer Horizont die Ebne hor, der **wahre Horizont** aber am Himmel HR, auf der Erdkugel mn iſt. Dem Standorte o correſpondirt am Himmel ſein **Scheitelpunkt** oder **Zenith** Z. Und wie am Himmel der durch die Pole und das Zenith gehende größte Kreis PZHSRP der **Mittagskreis** oder **Meridian** heißt, ſo iſt auf der Erdkugel der übereinſtimmende Kreis pomsnp der **Mittagskreis** des Orts o, wiewohl man auf der Erde nur die Helfte dieſes Kreiſes poms für den eigentlichen Meridian von o zu rechnen hat.

Die **Ekliptik** gehört bloß auf die Himmelskugel, auf die künſtliche Erdkugel eigentlich gar nicht. Da ſie ihren Stand am Himmel alle Augenblicke ändert, z. B. jetzt ſich in der Lage IG, nach 12 Stunden aber in der Lage FK befindet, ſo kan man ihr auf der Erdkugel keine beſtimmte und unveränderliche Lage anweiſen. Da aber die künſtliche Erdkugel zu Auflöſung verſchiedener Aufgaben beſtimmt iſt, ſo pflegt man auch die Ekliptik darauf zu verzeichnen, ohne welche ſich einige dieſer Aufgaben nicht würden auflöſen laſſen. Man pflegt ſie alsdann ſo zu legen, daß der Herbſt-

punkt auf den Durchſchnitt des Aequators mit dem angenommenen erſten Meridiane fällt.

Weil andere Orte der Erdkugel auch andere Meridiane und andere Horizonte haben, ſo wird der Meridian durch einen meſſingnen Ring, innerhalb deſſen ſich die Kugel um ihre Axe drehen läßt, der Horizont aber durch die obere Fläche des Geſtelles, in welches ſich die Kugel bis auf die Helfte einſenkt, dargeſtellet. So wird bey verſchiedener Stellung der Kugel der meſſingene Ring der Meridian, und die Fläche des Geſtelles der Horizont eines jeden Orts, den man wie o oben aufſtellt.

Der Aequator ſowohl, als die Ekliptik, ingleichen der Meridian, und der innere Umkreis des Horizonts werden in ihre Grade abgetheilt, und gehörig bezeichnet. Ueberdies pflegt man noch auf der künſtlichen Erdkugel die Parallelkreiſe von 10 zu 10 Graden, und achtzehn ganze oder 36 halbe Mittagskreiſe, die alſo ebenfalls um 10 Grad von einander abſtehen, anzugeben. Der erſte dieſer Mittagskreiſe wird gemeiniglich 20° weſtwärts von Paris gelegt, ſo daß Paris ſelbſt in den dritten auf der Kugel angegebnen Mittagskreis kömmt.

Die Abſicht der künſtlichen Erdkugeln iſt, theils ein richtigeres ſinnliches Bild von der Erde zu geben, als man auf ebnen Flächen entwerfen kan, theils und vornehmlich, mancherley aſtronomiſche und geographiſche Aufgaben auf eine mechaniſche Art ohne Rechnung aufzulöſen. Da die Erdkugel alle Kreiſe der Himmelskugel hat, ſo laſſen ſich auf ihr auch ſehr viele aſtronomiſche Aufgaben auflöſen, die eigentlich auf jene Kugel gehören. Die geographiſchen Aufgaben betreffen entweder die Lage der Orte auf der Erde gegen einander, oder die Erſcheinungen des Himmels für einen beſtimmten Ort. Wie man bey Auflöſungen derſelben verfahre, lehren die meiſten Handbücher der mathematiſchen Geographie, beſonders **Lulofs** (Introductio ad cognitionem atque uſum vtriusque globi. Lugd. Bat. 1748. 8.) und **Scheibel** (Vollſtändiger Unterricht vom Gebrauch der künſtlichen Himmels- und Erdkugel. Breslau, 1779. 8.). Hiſtoriſche Nachrichten von den künſtlichen Erdkugeln findet

man in **J. C. Pfennigs** Anleitung zur Kenntniß der mathematiſchen Erdbeſchreibung, Berlin und Stettin, 1779. 8.

Da die Verfertigung der Kugeln und das Aufziehen der Segmente Schwierigkeiten macht, ſo hat Herr **von Segner** (ſ. Berliner aſtronomiſches Jahrbuch für 1781. S. 44. u. f.) vorgeſchlagen, einen **eckichten Körper** zu bilden, der aus einem Cylinder und zween abgekürzten Kegeln beſteht, wo auf der krummen Seitenfläche des Cylinders die heiße Zone, auf den Seitenflächen der beyden Kegelſtücke die beyden gemäßigten, und auf den kleinern Grundflächen die kalten Zonen verzeichnet werden. Der verſtorbene Profeſſor **Funk** in Leipzig hat im Jahre 1780 dergleichen Modelle der Erdkugel, als ein Chriſtgeſchenk für Kinder, herausgegeben, ſo wie er auch 1781 auf zwo **Kegelflächen**, auf der einen die nördliche, auf der andern die ſüdliche Hälfte der Erdfläche abgebildet, und mit einer Anweiſung zum Gebrauche begleitet hat. Dies ſind freylich uneigentliche Vorſtellungen, kommen aber doch der Kugel näher, als ein Planiſphär, und ſind um ungleich wohlfeilere Preiſe, als die künſtlichen Erdkugeln, zu haben, mit denen ſie doch, bey einem gehörigen Gebrauche, völlig einerley Dienſte leiſten.

Erdnähe, Perigaeum, *Perigée*. Der Punkt in der Bahn eines um die Erde laufenden Geſtirns, in welchem daſſelbe der Erde am nächſten iſt.

Als man noch, nach dem ptolemäiſchen Weltſyſtem, alle Planeten um die Erde laufen ließ, ſchrieb man auch allen eine Erdnähe zu: der copernikaniſche Weltbau aber läßt bloß den Mond um die Erde gehen; es bleibt alſo jetzt bloß für den Mond eine Erdnähe übrig.

Die Erdnähe des Monds in ſeiner elliptiſchen Bahn um die Erde ADPE (Taf. I. Fig. 17.) fällt in P, wo ſein Durchmeſſer von der Erde geſehen unter einem Winkel von 33° 32′ erſcheint. Dieſem Punkte gegen über liegt in A die Erdferne, und AP iſt die Apſidenlinie, die ihre Lage jährlich um 41° von Abend gegen Morgen ändert. ſ. **Erdebne, Apſidenlinie**. In der Erdnähe iſt der Mond

von uns um 55, 87 Erdhalbmeſſer oder 48021 geographiſche Meilen entfernt.

Was ſonſt Erdnähe der Sonne hieß, wird jetzt als Sonnennähe der Erde betrachtet, ſ. **Sonnennähe.**

Von den übrigen Planeten ſind die **untern** der Erde am nächſten, wenn ſie vor der Sonne oder in ihrer untern Conjunction mit derſelben ſtehen, die **obern**, wenn ſie der Sonne gegenüber oder in Oppoſition mit ihr ſind, d. h. wenn ſie die ganze Nacht hindurch geſehen werden. Alsdann erſcheinen auch ihre Durchmeſſer am größten. Es iſt aber nicht gewöhnlich, dieſen Punkten ihrer Bahnen den Namen der Erdnähen zu geben.

Erdpole, Pole der Erde, Poli terreſtres, *Poles de la terre.* Die beyden Punkte der Erdfläche p und s, Taf. VIII. Fig. 2, welche bey der täglichen Umwälzung der Erdkugel unbewegt bleiben — die beyden Endpunkte der Erdaxe ps. Sie correſpondiren mit den Weltpolen P und S, d. i. ſie liegen auf der Erde gegen jeden Ort ſo, wie die Weltpole am Himmel gegen des Orts Zenith zu liegen ſcheinen, und ſind zugleich die Pole des Aequators und aller mit demſelben parallel laufenden kleinern Kreiſe, daher ſie auch vom Erdäquator überall um 90° abſtehen.

Der, welcher unſern Gegenden am nächſten liegt, P heißt der **Nordpol** (Polus ſeptemtrionalis, borealis, arcticus, *Pole ſeptentrional, boréal*); der entgegengeſetzte s der **Südpol** (Polus meridionalis, auſtralis, antarcticus, *Pole méridional, auſtral*). Es iſt zwar bekannt, wo dieſe Punkte auf der Erdfläche geſucht werden müſſen, aber noch iſt es keinem Menſchen gelungen, einen von beyden wirklich zu erreichen; es ſcheint dies auch wegen des undurchdringlichen Eiſes, das ſie umringt, unmöglich zu ſeyn. Der engliſche Seecapitain **Phipps**, jetzt Lord Mulgrave (Reiſe nach dem Nordpol, unternommen im Jahre 1773 von **C. J. Phipps**; aus dem Engl. vom Landvoigt **Engel**, Bern, 1777. gr. 4.) näherte ſich dem Nordpole bis auf 9½°; und Capitain **Cook** auf ſeiner zweyten Reiſe mit **Forſter** (Forſters Reiſe um die Welt, auf Befehl und Koſten der

engl. Nation. Berlin, 1778. 2. B. gr. 4.) dem Südpole bis auf 19°; beyde aber hinderte das Eis, weiter vorzudringen.

In dieſe beyden Punkte laufen alle Mittagskreiſe der Erde zuſammen. Durch ein beſtändiges Fortgehen nach Norden, oder Süden, würde man von jedem Orte der Erde aus in den einen oder den andern Pol gelangen. Die Erdpole haben die Pole des Himmels über ihrem Scheitel, und der Aequator fällt in ihren Horizont; daher ſind die Tagkreiſe der Fixſterne dem Horizonte parallel, und es findet daſelbſt weder Aufgang noch Untergang ſtatt, ſ. Sphäre. Auch iſt die Sonne ein völliges Halbjahr hindurch über, und das andere Halbjahr unter dem Horizonte; daher Tag und Nacht daſelbſt 6 Monate lang ſind, wiewohl die lange Dauer der Nacht durch die Wirkung der Stralenbrechung und Dämmerung gar ſehr abgekürzt wird.

Erdrohr, ſ. **Fernrohr**.

Erdſtriche, Erdgürtel, Zonen, Zonae, *Zones*. Diejenigen fünf Theile, in welche die Fläche der Erdkugel Taf. VIII. Fig. 2. durch die beyden Wendekreiſe fg und ik, und die beyden Polarkreiſe de und lt abgetheilt wird. Sie haben dieſe Namen daher erhalten, weil man in der Sphärik überhaupt einen zwiſchen zween parallelen Kreiſen eingeſchloſſenen Theil der Kugelfläche eine Zone oder einen Gürtel nennet, obwohl die innerhalb der Polarkreiſe de und lt liegenden Theile nicht zwiſchen zween Kreiſe eingeſchloſſen, ſondern nur von einem einzigen begrenzt ſind. Es giebt einen heißen Erdſtrich, zween gemäßigte und zween kalte.

Der **heiße Erdſtrich** (Zona torrida, *Zone torride*) iſt das Stück der Erdfläche fgik, zwiſchen den beyden Wendekreiſen des Krebſes und des Steinbocks, welches den Aequator aq in ſeiner Mitte hat. Da jeder Wendekreis vom Aequator um $23\frac{1}{2}°$ abſteht, ſo beträgt die Breite dieſer Zone durchgängig 47° oder 705 geographiſche Meilen, ihre ganze Fläche aber nimmt 3,701158 Quadratmeilen, oder etwa $\frac{398}{1000}$ der ganzen Erdfläche ein. In dieſem Erdſtriche liegen der ſüdliche Theil von Aſien, die mittlern Theile

von Afrika und Amerika, ein großer Theil von Neuholland und viele Inſeln des Südmeers.

Da die Sonne ſtets zwiſchen den Wendekreiſen des Himmels ſteht, alſo täglich nahe am Zenith der Orte dieſer Zone vorübergeht, wo ihre Stralen faſt ſenkrecht auf den Boden fallen und daher brennender, als an andern Stellen der Erdfläche wirken, ſo hat ſie daher den Namen der **heißen** erhalten. Die Alten hielten ſie für unbewohnt. **Plinius** (Hiſt. nat. II, 70.) ſagt von ihr: Media vero terrarum, qua ſolis orbita, exuſta flammis et cremata, cominus vapore torretur, und **Horaz** (Od. I. 22.) ſetzt ſie

— — ſub curru nimium propinqui
Solis, in terra domibus negata.

Allein die Erfahrung lehret, daß viele theils allgemeine, theils locale Urſachen, z. B. die faſt durchaus gleiche Länge der Tage und Nächte, die Lage der hohen Gebirge und des Weltmeers, der oft anhaltende Regen, der beſtändige Oſtwind ꝛc. die Hitze an den meiſten Orten dieſes Erdſtrichs gar ſehr mildern. Uebrigens haben die Bewohner der heiſſen Zone die Sonne jährlich zweymal über ihrem Scheitel, und zweymal ſteht ſie von demſelben am weitſten ab, wenn ſie ſich nemlich in den Wendekreiſen befindet. In dieſem Sinne kan man ſagen, ein Ort der heißen Zone habe jährlich zween Sommer und zween Winter, obgleich dieſe Jahrszeiten dort nicht ſo, wie bey uns, ſondern mehr durch Näſſe und Trockenheit unterſchieden ſind, ſ. **Klima**.

Die **gemäßigten Erdſtriche** (Zonae temperatae, *Zones temperées*) ſind d e f g und i k l t, welche zwiſchen den Wendekreiſen und den Polarkreiſen liegen, jener der **nördliche**, dieſer der **ſüdliche**. Da die Wendekreiſe $23\frac{1}{2}°$, die Polarkreiſe aber $66\frac{1}{2}°$ vom Aequator abſtehen, ſo beträgt die Breite einer jeden gemäßigten Zone durchgängig 43° oder 645 geographiſche Meilen; die Fläche einer jeden aber macht 2405462 Quadratmeilen oder $\frac{260}{1000}$ von der ganzen Oberfläche der Erde aus. Im nördlichen gemäßigten Erdſtriche liegt der größte Theil des feſten Landes, nemlich faſt ganz Europa, der größte Theil von Aſien, der nördliche Theil von Afrika, und Nordamerika. Im ſüdlichen liegen

außer einem Theile von Neuholland, Neuſeeland, mehrere Inſeln des Südmeers, die Spitze von Afrika, und einige Länder von Südamerika.

Die Orte, welche in dieſen Erdſtrichen liegen, ſehen die Sonne zwar täglich; niemals aber im Scheitelpunkte. Sie haben in jedem Jahre nur einmal Frühling, Sommer, Herbſt und Winter, und zwar beyde auf eine entgegengeſetzte Art, ſo daß es im nördlichen Frühling oder Sommer iſt, wenn der ſüdliche Herbſt oder Winter hat. Denn, wenn die Sonne im Krebs ſteht, rückt ihr Tagkreis am weitſten gegen die nördliche gemäßigte Zone herauf, und entfernt ſich dagegen am meiſten von der ſüdlichen. Die Ungleichheit der Tage und Nächte nimmt in dieſen Zonen deſto mehr zu, je mehr die Orte von den Wendekreiſen entfernt ſind. Unter den Wendekreiſen ſelbſt ſind die längſten Tage und Nächte $13\frac{1}{2}$ Stunde; unter den Polarkreiſen 24 Stunden. Dieſe regelmäßige Abwechſelung der Jahrszeiten und des Tages mit der Nacht giebt den meiſten Orten dieſer Zonen eine gemäßigte Temperatur, woher denn auch ihre Benennung entſtanden iſt. Nach der Meynung der Alten waren dieſe Zonen die einzigen bewohnten; weil aber die heiße dazwiſchen liegt, ſo glaubten ſie, man könne aus der nördlichen nicht in die ſüdliche gelangen. (Duae tantum inter exuſtam et rigentes temperantur, eaeque ipſae inter ſe non peruiae propter incendium ſiderum. Plin. H. N. II. 70.)

Die **kalten Erdſtriche** (Zonae frigidae, *Zones glaciales*) dpe und lst, ſind diejenigen Stücke der Erdfläche, welche von den Polarkreiſen eingeſchloſſen werden, und die Pole p und s in ihrer Mitte haben; dpe iſt der **nördliche** lst der **ſüdliche**. Da die Polarkreiſe überall $23\frac{1}{2}°$ von den Polen abſtehen, ſo laſſen ſich dieſe Theile der Erdfläche als Flächen von Kugelabſchnitten betrachten, deren Breite überall einen Bogen von 47° oder 695 geographiſchen Meilen, die Fläche eines jeden aber 384 924 Quadratmeilen oder $\frac{41}{1000}$ der Erdfläche ausmacht. Im nördlichen kalten Erdſtriche liegen die nördlichſten Küſten von Sibirien und Lappland, nebſt dem größten Theile von Grönland;

der ſüdliche hingegen iſt uns faſt gänzlich unbekannt, mit beſtändigem Eiſe bedeckt, und ſeine Grenzen ſind, ſo viel wir wiſſen, nur ein einzigesmal vom Capitain Cook auf ſeiner zweyten Seereiſe beſchift worden.

Wenn die Sonne in einem der beyden Wendekreiſe ſteht, ſo fällt ihr ganzer Tagkreis über den Horizont der Orte in der nächſten, und unter den Horizont der Orte in der entgegengeſetzten kalten Zone. Daher haben alle Orte der kalten Zone in jedem Jahre einen oder mehrere Tage, an welchen die Sonne gar nicht untergeht, an welchen ſie gar nicht aufgeht. Oder ihr längſter Tag und ihre längſte Nacht dauren länger als 24 Stunden, nehmen zu, je weiter man gegen die Pole kömmt, und erhalten endlich unter den Polen ſelbſt eine Dauer von 6 Monaten. Weil aber die Sonne, auch ſelbſt zur Zeit dieſer langen Tage, nur einen ſehr niedrigen Stand am Himmel hat, mithin ſo ſtark, als bey uns, nicht wärmen kan, ſo gewinnt die Kälte augenſcheinlich die Oberhand, und man findet beyde kalte Zonen, beſonders die ſüdliche, gröſtentheils mit ungeheuren Eismaſſen bedeckt. Daher ſind auch die Länder daſelbſt keiner ſonderlichen Cultur fähig, und gröſtentheils blos für die daſelbſt einheimiſchen Claſſen von Menſchen bewohnbar.

Wenn man übrigens die Erdfläche in 1000 gleiche Theile theilt, ſo nehmen ſolcher Theile

der heiße Erdſtrich	398
die beyden gemäßigten	520
die beyden kalten	82
Summa	1000

ein. Alſo machen die zur Cultur vorzüglich geſchickten gemäßigten Zonen über die Hälfte, die heiße überdies noch faſt $\frac{2}{5}$, und die kalte weniger als $\frac{1}{10}$ des Ganzen aus. Dieſe Größen hängen von dem Winkel $23\frac{1}{2}°$ oder von der Schiefe der Ekliptik ab, und da dieſe Schiefe ſich mit dem Fortgange der Zeit zu vermindern ſcheint, ſo müſſen die gemäßigten Erd-

ſtriche ſich immer mehr ausbreiten, der heiße und die kalten aber ſich von Zeit zu Zeit in engere Grenzen zuſammenziehen.

Bode, Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel, §. 162 — 166.

Ausführliche mathemat. Geographie (von Walch). Göttingen. 1783. 8. Cap. 10. S. 212. u. f.

Erfahrung, Experientia, *Experience.* Erfahrungen heißen die vermittelſt unſerer Sinne an den Körpern gemachten Wahrnehmungen. Sie ſind entweder **Beobachtungen**, wobey die Körper nur blos in dem Zuſtande betrachtet werden, in welchem ſie ſich von ſelbſt und ohne unſer Zuthun befinden, oder **Verſuche**, wobey ſie mit Vorſatz in einen andern Zuſtand verſetzt werden, damit man ſehe, wie ſie ſich dabey verhalten werden.

Auf unſern Erfahrungen über die Körper beruht natürlich alles, was wir von ihnen wiſſen, und ſie machen alſo den wahren und einzigen Grund der ganzen Naturlehre aus. Ohne vorhergegangene richtige und hinlängliche Erfahrungen Theorien entwerfen und die Eigenſchaften und Kräfte der Körper beſtimmen wollen, heißt, ſich eine Welt träumen, nicht wie ſie iſt, ſondern wie es unſerer Phantaſie gefällt, ſie anzunehmen. Dies war der Fehler der meiſten Philoſophen und Naturforſcher des Alterthums, welche ſo oft der Natur vorſchrieben, wie ſie ſich verhalten müſſe, ohne ſie vorher gefragt zu haben, wie ſie ſich in der That verhalte.

Ohne Zweifel war es für das Zeitalter der griechiſchen und römiſchen Naturforſcher noch viel zu frühzeitig, Urſachen und Erklärungen der Naturbegebenheiten angeben zu wollen. Noch fehlten damals die Verſuche gänzlich; der Beobachtungen aber waren zu wenig vorhanden, und ein großer Theil derer, die man zu haben glaubte, war durch unrichtige und fabelhafte Zuſätze verunſtaltet. Dennoch überredete man ſich aus einem dem Menſchen natürlichen Triebe, etwas zu wiſſen, und in die Urſachen der Dinge eindringen zu können. Daher enthalten aber auch die phyſikaliſchen Syſteme und Meinungen der Alten ſo viele willkührliche, oft ſeltſame und unerklärbare Einfälle, die nicht

ſelten den klaren Erfahrungen widerſprechen; und haben ja die Weltweiſen der damaligen Zeit etwas geleiſtet, ſo iſt dieſes in ſolchen Fächern der Naturwiſſenſchaften geſchehen, in welchen blos anhaltende Aufmerkſamkeit und Fortſetzung leicht anzuſtellender Beobachtungen nöthig iſt, wie z. B. in der ſphäriſchen Sternkunde, in welcher es ſchon einige der älteſten Völker zu einem ziemlichen Grade der Vollkommenheit gebracht haben. In den übrigen Theilen der Naturlehre blieben die Alten ungemein weit zurück; man darf, um ſich hievon zu überzeugen, nur flüchtige Blicke auf die Werke des **Plato**, **Ariſtoteles**, **Seneka** und **Plinius** werfen. Und ſelbſt in den neuern Zeiten, als die Wiſſenſchaften wieder aufzublühen anfiengen, blieben die ſogenannten Naturforſcher lange Zeit bloße Scholaſtiker und unwiſſende Nachbeter des Ariſtoteles.

Franz Bacon von Verulam, Lord Kanzler von England unter der Regierung Jacob I, einer der größten Männer ſeiner Zeit, ſahe den mangelhaften Zuſtand der Naturwiſſenſchaften und die Urſachen davon ſehr richtig ein, und ſchrieb ſeine vortrefflichen Werke De interpretatione naturae und De augmentis ſcientiarum gröſtentheils in der Abſicht, um den Weg der Erfahrung für die Zukunft nachdrücklicher zu empfehlen. Bald nach ihm trat der für die Naturlehre ſo günſtige Zeitpunkt ein, da man mit Verwerfung der ſcholaſtiſch-ariſtoteliſchen Phyſik, aus der Natur ſelbſt Unterricht zu ſchöpfen anfieng. **Descartes** erwarb ſich zwar das große Verdienſt, die Hypotheſen und eingebildeten Erklärungen der Scholaſtiker zu ſtürzen; allein das Syſtem, das er durch ſeine Principia philoſophiae an die Stelle derſelben ſetzen wollte, iſt in den meiſten Theilen eben ſo wenig auf Erfahrung gebaut, und bleibt ein Gewebe von Träumen und Einbildungen, ſo viel er auch Geometrie und Mechanik in daſſelbe zu bringen geſucht hat. Hingegen ſind in Italien **Galilei** und deſſen Schüler, in England **Robert Boyle**, in Deutſchland **Kepler**, **Otto von Guericke** und **Sturm** die erſten geweſen, welche den von Bacon vorgezeichneten Weg der Beobachtungen und Verſuche mit Eifer und Glück verfolgt haben. Dieſe Männer

bereicherten im vorigen Jahrhunderte die Phyſik durch die wichtigſten Entdeckungen, auf welche nachher **Newton**, der nie einen Schritt weit von der Erfahrung abwich, ſein vortreffliches Syſtem ſo feſt gegründet hat. Die meiſten und beſten Phyſiker des gegenwärtigen Jahrhunderts haben ſich nach dieſen Muſtern gebildet, und wenn man auch hie und da die reine Quelle der Erfahrung verlaſſen, und den Einbildungen, Hypotheſen und Theorien zu viel eingeräumet hat, ſo ſieht man doch jetzt mit allgemeiner Ueberzeugung ein, daß wir nur da etwas wiſſen, wo uns die Erfahrung leitet. Was dieſe Lehrerin bekräftiget, ſtehet ewig feſt, wenn bloße Meinungen der Menſchen, ſo viel ſie auch Anfangs Beyfall finden mögen, oft noch vor dem Tode ihrer Urheber vergeſſen ſind.

Opinionum commenta delet dies, naturae judicia confirmat.

Uebrigens verweiſe ich wegen deſſen, was den beyden beſondern Claſſen der Erfahrung eigen iſt, auf die Artikel: **Beobachtung** und **Verſuch**.

Erhabne Linſengläſer, ſ. **Convergläſer**, **Linſengläſer**.

Erhabne Spiegel, ſ. **Spiegel**.

Erkaltung, das **Erkalten**, **Abkühlen**, Refrigeratio, Refrigerium, *Refroidiſſement*. Diejenige Veränderung des Zuſtands der Körper, da ſie einen Theil ihrer freyen oder empfindbaren Wärme verlieren. Ein Körper erkaltet, wenn entweder ein Theil ſeines vorher freyen Feuers gebunden wird, oder wenn er andere berührt, die weniger empfindbare Wärme, als er, haben und ihm alſo einen Theil der ſeinigen entziehen. So erkaltet ein heißes Metall an der kühlern Luft, oder im kalten Waſſer u. ſ. w. Dieß letztere iſt eine nothwendige Folge des Naturgeſetzes, daß alles freye Feuer oder alle empfindbare Wärme ſich ſo lange ausbreitet, und in die benachbarten Körper vertheilet, bis das Thermometer bey allen gleich hoch ſteht, d. i. bis ſie alle einen gleichen Grad von ſenſibler Wärme haben, ſ. **Wärme**.

Kleine Körper erkalten unter gleichen Umſtänden eher, als große. und je größer die Oberfläche eines Körpers iſt, um deſto eher erkaltet er auch, wenn er von einem kältern umgeben wird. Man richtet deswegen alle Kühlgefäße ſo ein, daß die darein gegoßne flüßige Materie die Luft mit einer großen Oberfläche berühret. So wird auch das Erkalten durch Schütteln in der Luft oder im Waſſer, durch den Wind, durch Blaſen auf die Oberfläche u. dergl. befördert, weil durch dieſe Mittel alle Augenblicke von neuem kalte Luft hinzugeführet wird. Endlich erkaltet ein Körper deſto ſtärker, je kälter derjenige iſt, den er berührt; oder im Winter weit ſchneller, als im Sommer.

Man ſollte vermuthen, daß lockere Körper eher als dichte, erkalten, oder daß überhaupt die Erkaltung eines Körpers deſto ſchneller erfolge, je dichter der benachbarte iſt, der ihm die Wärme entzieht. Allein die Erfahrung ſtimmt hiemit nicht durchgängig überein. **Richmann** (Nov. Comment. Petrop. To. III. p. 309.) hat erwieſen, daß das Queckſilber, faſt der dichteſte Körper, den wir kennen, die Wärme weit ſchneller annehme und verliere, als das Waſſer und viele andere Materien von weit geringerer Dichte. Daher iſt es auch zum Thermometer ſo vorzüglich geſchickt.

In den erſten Augenblicken erkaltet ein Körper am ſtärkſten, in den folgenden immer weniger. **Richmann** (Nov. Comm. Petrop. T. I. p. 174.) glaubte gefunden zu haben, daß ſich die Abnahmen der Wärme in kleinen auf einander folgenden gleichen Zeiträumen verhielten, wie die Unterſchiede der Wärme des erkaltenden und des berührenden Körpers, woraus er auch ſo, wie **Lambert** in ſeiner Pyrometrie, eine Methode, die Abnahmen der Wärme zu berechnen, herleitet; allein **Erxleben** (Nov. Comm. Soc. Gotting. T. I. p. 74.) findet, daß alle dieſe Regeln ſeinen darüber angeſtellten Erfahrungen widerſprechen.

Da man durch Vermiſchung des Eiſes mit Salzen und Säuren große Grade der Kälte hervorbringen kan (ſ. **Kälte, künſtliche**), ſo kan man ſich dieſes Mittels auch zu Beförderung der Erkaltung bedienen. Auch die Ausdünſtung erzeugt Kälte (ſ. **Ausdünſtung**) und es iſt längſt

bekannt geweſen, daß die Einwohner der warmen Länder ihre Getränke, um ſie friſch zu erhalten, in irdenen Gefäßen aufbewahren, Leinwand darum ſchlagen und dieſe von Zeit zu Zeit anfeuchten. Die Austrocknung der Leinwand, d. i. die Verdünſtung des Waſſers, kühlt das im Gefäß enthaltne Getränk ab.

Erxleben Anfangsgr. der Naturl. §. 488. 489.

Erſcheinungen, ſ. Phänomene.

Erze, Minern, Minerae metallorum, *Mines metalliques*. So heißen die natürlichen Gemiſche, welche Metalle mit andern Subſtanzen verbunden, enthalten. Nur das Gold und eine ſehr geringe Menge von den andern Metallen findet man in der Erde rein oder **gediegen**; meiſtentheils ſind Metalle und Halbmetalle mit fremden Subſtanzen verbunden, die ſie unkenntlich und zum Gebrauche ungeſchickt machen, und nach deren Verflüchtigung ein metalliſcher Kalk übrig bleibt. In dieſem Zuſtande heißen ſie **vererzet** oder **mineraliſirt**.

Die Subſtanzen, welche man am häufigſten mit den Metallen verbunden findet, die **mineraliſirenden** oder **vererzenden Subſtanzen, Vererzungsmittel**, ſind der **Schwefel** und der **Arſenik**, oft einzeln, oft beyde zugleich. Doch gehören noch hiezu die Kochſalzſäure und Vitriolſäure, als Vererzungsmittel beym Hornſilber und gewachſenen Vitriol. Man findet dabey insgemein noch einen ziemlichen Theil metalliſche Erde, welche durch einen Zuſatz von brennbarem Stoffe ſich in Metall zu verwandeln fähig iſt, nebſt einem Antheile unmetalliſcher Erde.

Dieſe Erze finden ſich immer in Steine oder Erden, vornehmlich in **Quarz** oder **Spath**, eingemengt. Man nennt dieſes Geſtein die **Gangart** oder die **Metallmutter** (matrix metalli, *matrice*).

Wenn die Menge des Metalls in den Erzen größer iſt, als die des Schwefels, Arſeniks und der unmetalliſchen Erde, ſo heißen ſie **Erze** im vorzüglichen Sinne des Worts. Enthalten ſie aber mehr Schwefel, Arſenik und unmetal-

liſche Erde, als Metall, ſo giebt man ihnen den Namen der **Rieſe**.

Man benennet die Erze gemeiniglich von demjenigen Metalle, deſſen Gewinnung aus ihnen den gröſten Vortheil gewähret. So nennt man dasjenige, welches im Centner eine Mark Silber enthält, **Silbererz**, nicht Bleyerz, ob es wohl zugleich mehrere Pfunde Bley liefert. Doch wird es anjetzt faſt gewöhnlicher, einem ſolchen Erze den Namen eines **ſilberhaltigen Bleyerzes** zu geben.

Macquer chym. Wörterb. Art. Erze.

Eſſig, Acetum, *Vinaigre*. Der Eſſig iſt eine geiſtige vegetabiliſche Säure, welche durch den zweyten Grad der Gährung, d. i. durch die, ſo auf die geiſtige Gährung folgt, und die **ſaure** oder **Eſſiggährung** heißt, erzeugt wird, ſ. **Gährung**.

Dieſemnach können blos Wein oder andere geiſtige Liquoren aus dem Pflanzenreiche einen wahren Eſſig geben. Der aus dem Weine bereitete oder Weineſſig hat vor allen den Vorzug. Man vermiſcht, um ihn zu bereiten, den Wein mit ſeinen Hefen und ſeinem Weinſteine, und ſetzt ihn einer mäßigen Wärme, z. B. von 18 — 20° nach Reaumur, aus. Die Natur ſelbſt vollendet das übrige. Es iſt ſehr ſchwer, ſich von dem, was ſie hiebey thut, einen deutlichen Begriff zu machen, und die Eigenſchaften des Weins und Eſſigs lehren nur ſo viel, daß bey der Eſſiggährung die entzündlich geiſtigen Theile verlohren gehen, und die Säure freyer und mehr entwickelt werde. In dem Eſſige, wie er gewöhnlich bereitet wird, iſt außer der ihm eignen Säure noch viel wäſſerichtes enthalten, wovon man ihn am leichteſten durchs Gefrieren befreyen kan. Noch ſtärker aber concentrirt ſich die Säure in ihren Verbindungen mit den Laugenſalzen, Erden und Metallen, und man erhält die ſtärkſte Eſſigſäure oder den **radicalen Eſſig**, wenn man dieſe Verbindungen durch das Feuer oder durch Vitriolſäure wiederum zerſetzet. Bey der Deſtillation des Eſſigs geht der geiſtigſaure Theil über, den man unter dem Namen des **deſtillirten Eſſigs** gebraucht, der Rückſtand beſtehet aus

einer ſauren Subſtanz, die aber von der Eſſigſäure unterſchieden iſt, einer ſeifenartigen, einer färbenden Materie und etwas Weinſtein.

Die ſpecifiſche Schwere des Weineſſigs iſt 1,011, oder nur wenig größer, als die des Waſſers; er gefriert aber eher als dieſes, und ſchon bey einer Temperatur von 80 Grad nach Fahrenheit.

Man gebraucht den Eſſig zu Bereitung der Speiſen, in der Arzneykunſt als ein fäulnißwidriges und auflöſendes Mittel, und für die Malerey zur Verfertigung des Bleyweißes und Grünſpans.

Macquer chym. Wörterb. Art. Eſſig.

Eſſiggährung ſ. **Gährung**.

Eſſigſäure, Acidum aceti, *Acide du vinaigre.* Die vegetabiliſche im Eſſig enthaltene Säure. Man zieht ſie aus demſelben durch verſchiedene unter dem Worte: **Eſſig**, angegebene Mittel. Sie löſet alle Subſtanzen auf, in welche jede andere Säure wirkt, und erzeugt mit ihnen die ſogenannten **Eſſigſalze**.

Mit den Kalkerden giebt ſie z. B. das Kreidenſalz, Krebsaugenſalz u. ſ. w., löſet auch alle übrige Erden auf, die Kieſelerde ausgenommen. Mit dem fixen vegetabiliſchen Laugenſalze macht ſie die **Blättererde** (terra foliata tartari), mit dem flüchtigen Alkali einen Eſſigſalmiak, **Mindeters Geiſt**, mit dem Kupfer den **Grünſpan** und die **Kupferkryſtallen**, mit dem Bley das **Bleyweiß** und den **Bleyzucker**. Eſſig, welcher Bley aufgelöſet enthält, heißt **Bleyeſſig**; wohin auch das **Goulardiſche Waſſer** gehört. Auf das metalliſche Queckſilber wirkt die Eſſigſäure nicht; ſie greift es aber an, wenn es vorher in Salpeterſäure aufgelöſet und durch fixes Alkali niedergeſchlagen iſt, und giebt damit das **Queckſilber-eſſigſalz**.

Der concentrirte oder radicale Eſſig mit einer gleichen Menge rectificirtem Weingeiſt giebt durch die Deſtillation den **Eſſigäther**.

Uebrigens iſt die Eſſigſäure weit ſchwächer, als die mineraliſchen Säuren, auch können durch die letztern alle Eſ-

ſigſalze wiederum zerſetzt werden. Am ſtärkſten ſind ihre Verwandſchaften mit den Laugenſalzen, der Bitterſalzerde, dem Bley und Kupfer, und dem Waſſer.

Macquer chym. Wörterb. Art. Eſſig

Eſſigſaure Luft, ſ. Gas, eſſigſaures.

Eudiometer, Luftgütemeſſer, Eudiometrum, *Eudiometre.* Ein Werkzeug, welches dazu dienen ſoll, die Güte oder Salubrität der Luft zu prüfen, d. i. anzuzeigen, in wie weit ſie mehr oder weniger zum Einathmen dienlich, mithin für die Erhaltung der Geſundheit mehr oder weniger heilſam ſey. Der Name iſt griechiſch, und heißt urſprünglich ſo viel als Maaß der Luftgüte.

Die Einrichtung dieſes Werkzeugs beruht auf einer merkwürdigen Eigenſchaft der **ſalpeterartigen, nitröſen** oder **Salpeterluft** (*nitrous air*), ſ. **Gas, ſalpeterartiges.** Schon **Hales** hatte, wie er in ſeinen Vegetable Statics (Statik der Gewächſe, nach der franz. Ausgabe überſ. Halle, 1748. 4. S. 128.) erzählt, aus dem waltoniſchen Kieſe durch die Salpeterſäure eine Luft erhalten, welche die gemeine Luft, wenn ſie ihr beygemiſcht wurde, verminderte, oder ſich mit ihr in ein geringeres Volumen zuſammenzog. **Prieſtley** der in Ermanglung des waltonſchen Kieſes dieſes Gas nicht glaubte hervorbringen zu können, ward durch eine Unterredung mit **Cavendiſh** im Jahre 1772 ermuntert, Verſuche mit Metallauflöſungen in der Salpeterſäure anzuſtellen. Er erhielt auch ſogleich aus einer Meſſingauflöſung die von Hales beſchriebene Luft, welcher er (Verſ. und Beobacht. über verſchiedene Gatt. der Luft, a. d. Engl. I. Th. Leipz. 1778. 8. S. 106.) den Namen der **nitröſen** oder ſalpeterartigen Luft beylegte. „Es iſt eine ihrer vorzüglichſten Eigenſchaften, ſagt er, daß ſie eine jede Portion gemeine Luft, mit der man ſie miſchet, ausnehmend „vermindert, eine dunkelrothe oder hochorange Farbe an„nimmt, und eine beträchtliche Hitze mittheilet. — Ich „kenne faſt keinen Verſuch, von dem man mehr in Erſtau„nen und Verwunderung könnte geſetzt werden, als dieſen, „wo ſich uns eine Portion Luft darſtellt, die eine andere

„halb ſo große gleichſam verſchlingt, und dennoch nicht im „mindeſten am Volumen zunimmt, vielmehr noch dazu be„trächtlich vermindert wird.“

Dieſe Verminderung des Volumens findet aber nur bey den zum Athmen tauglichen oder reſpirablen Luftgattungen ſtatt, welche überhaupt durch alle Zuſätze eines brennbaren Stoffs an ihrem Volumen vermindert werden. Bey der dephlogiſtiſirten oder vom Brennſtoffe leeren Luft iſt dieſe Verminderung am ſtärkſten; und ſie wird deſto geringer, je mehr der Luft, zu welcher man das nitröſe Gas hinzubringt, bereits Brennbares beygemiſcht, d. i. je weniger dieſelbe zum Athmen und zur Erhaltung des thieriſchen Lebens tauglich iſt. Wenn endlich eine Luftgattung mit Brennbarem geſättiget iſt, ſo wird ihr Volumen durch das Hinzukommen der ſalpeterartigen Luft gar nicht mehr vermindert.

Man hat dem zufolge nachſtehende Sätze als richtig angenommen:

1. Je größer die Verminderung des Volumens bey der Vermiſchung der ſalpeterartigen und atmoſphäriſchen Luft iſt, deſto reiner, reſpirabler und heilſamer iſt auch die atmoſphäriſche Luft.

2. Je kleiner die Verminderung des Volumens bey einer ſolchen Vermiſchung iſt, deſto unreiner, zum Athmen untauglicher und ſchädlicher iſt die atmoſphäriſche Luft.

3. Jede natürliche oder künſtliche Luft, bey deren Vermiſchung mit ſalpeterartiger Luft gar keine Verminderung erfolgt, iſt ſchädlich, erſtickend und tödtend.

In wie fern man berechtiget ſey, dieſe Sätze als allgemeine und erwieſene Wahrheiten anzuſehen, das iſt bey dem gegenwärtigen Zuſtande der Wiſſenſchaft allerdings noch ungewiß. Wenn man ſich, der gemeinen Meinung nach, die ſalpeterartige Luft als einen aus Salpeterſäure und Phlogiſton beſtehenden Stoff vorſtellet, und annimmt, das Phlogiſton habe mit der gemeinen Luft mehr Verwandſchaft, als mit der Salpeterſäure, ſo folgt hieraus, daß die ſalpeterartige Luft durch Vermiſchung mit atmoſphäriſcher deſto ſtärker zerſetzt werden müſſe, je weniger Phlogi-

ſton die atmoſphäriſche enthält. Nach dieſer Vorſtellungsart würde dann die Verminderung blos anzeigen, ob die geprüfte atmoſphäriſche Luft wenig oder viel Phlogiſton enthielte. Hieraus wäre aber noch nicht unmittelbar zu entſcheiden, ob ſie zum Einathmen mehr oder weniger heilſam ſey; denn es können ja wohl auch außer dem Phlogiſton noch andere Stoffe mit der Luft verbunden ſeyn, die ihre Heilſamkeit vermehren oder vermindern, und deren Gegenwart ſich durch die Vermiſchung mit der ſalpeterartigen Luft nicht entdecken läſt. Aus dieſem Grunde iſt es weit ſicherer, die erwähnten Sätze blos darauf einzuſchränken, daß die ſtärkere Verminderung weniger, die ſchwächere mehr Phlogiſton, der gänzliche Mangel der Verminderung aber eine Sättigung mit Phlogiſton anzeige.

Das **Eudiometer** iſt aber nichts weiter, als ein Werkzeug, wodurch man die erwähnte Verminderung des Volumens bey Vermiſchung von ſalpeterartiger und gemeiner Luft, oder überhaupt bey Vermiſchung verſchiedener Luftgattungen abmeſſen kan. Man ſieht alſo leicht, daß ihm der Name eines Luftgütemaaßes nur ſehr uneigentlich zukömmt, in ſo fern man nemlich aus dieſer Verminderung ſicher auf die Reinigkeit vom Phlogiſton, und aus dieſer wiederum ſicher auf Salubrität der Luft ſchließen kan. Etwa ſo, wie dem Barometer der Name des Wetterglaſes zukömmt. Ueberdies iſt auch dieſes Werkzeug, blos als Maaß der Verminderung betrachtet, noch ſehr von dem Grade der Vollkommenheit entfernt, den man von einem **Maaße** verlangen kan. Man iſt auch hier, wie beym Barometer, von der urſprünglichen Simplicität abgewichen, und hat durch übertriebnes Künſteln mehr verlohren als gewonnen, bis man erſt neuerlich wieder auf die erſte einfache Einrichtung zurückgegangen iſt.

Prieſtley ſelbſt machte bereits im Jahre 1772 ein ſehr einfaches Inſtrument dieſer Art bekannt. Es beſtehet aus einer Flaſche oder Phiole, welche er das **Maaß** nennet, und die etwa eine Unze Waſſer faſſet, nebſt zwoen Glasröhren. Die eine Röhre hat ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmeſſer, die andere iſt drey Fuß lang, und hält $\frac{1}{4}$ Zoll im

Durchſchnitt. Die Räume, welche 1, 2, 3 ꝛc. Maaße Luft in ihr einnehmen, ſind durch eingeſchnittene Striche bemerkt, und jeder davon in 100 Theile getheilt. Er füllt zuerſt das Maaß mit Waſſer, und ſetzt es umgekehrt über die Oefnung des Trichters, welcher in das Querbret einer mit Waſſer gefüllten Wanne eingeſchnitten iſt (Man ſ. den Artikel: **Pnevmatiſch-chymiſcher Apparat**). Durch dieſen Trichter wird die zu prüfende Luft in das Maaß eingelaſſen, in welchem ſie aufſteigt, und das Waſſer aus ſeiner Stelle treibt. Dieſes Maaß Luft wird nun in der 1½ Zoll breiten Glasröhre gelaſſen; doch ohne dieſelbe mit der bloßen Hand zu berühren. Eben ſo wird das Maaß auch mit ſalpeterartiger Luft gefüllt, und dieſe in eben die Glasröhre gelaſſen. Endlich wird dieſe Miſchung beyder Luftarten in die große abgetheilte Glasröhre gelaſſen, und dieſe, ohne zu ſchütteln, in das Waſſer geſenkt, bis die Waſſerfläche innerhalb der Röhre mit der Fläche des äußern Waſſers gleich hoch ſteht, worauf man dann den Raum, den die 2 Maaß Luft nach ihrer Vermiſchung einnehmen, in Hunderttheilen eines Maaßes bemerken kan. Dieſes Verfahren empfiehlt ſich durch ſeine Simplicität; allein es hat den Fehler, daß man nicht genug verſichert ſeyn kan, in dem Maaße jederzeit eine völlig gleiche Menge Luft zu haben; daher auch die Verſuche immer ungleich ausfallen, wenn ſie gleich mit eben denſelben Luftarten angeſtellt werden.

Dieſe Erfindung des D. Prieſtley reizte vorzüglich die Aufmerkſamkeit der italiäniſchen Naturforſcher. Der Abt **Felix Fontana** (Deſcrizione e uſi di alcuni ſtromenti per miſurare dell' aria. in Firenze, 1774. 4.) ſchlug ſtatt des Prieſtleyiſchen acht verſchiedene neue Inſtrumente vor. Sie kommen alle darinn überein, daß man jede Luftart in ein beſonderes Behältniß bringt, und hernach beyde zuſammen läſt, worauf die Größe der Verminderung des Volumens durch Queckſilber angegeben wird. Bey den vier erſten geſchieht dieſes durch Abwägung des Queckſilbers, bey den letztern durch den Stand deſſelben in einer Glasröhre, vermittelſt eines angebrachten Maaßſtabes. Es ſind aber alle dieſe Werkzeuge nicht in Gebrauch gekommen, da die ſalpeter-

artige Luft auf das Queckſilber wirkt, und dadurch das Reſultat zweifelhaft macht.

Bald hierauf machte der Ritter **Marſiglio Landriani** in Mayland (Ricerche fiſiche intorno alla *ſalubrità* dell' aria, in Milano, 1775. 8. auch in *Rozier* Journal de Phyſique. Octobre, 1775. **Landriani** Unterſuchung der Geſundheit der Luft, Baſel, 1778. 8.) eine neue Einrichtung dieſes Inſtruments bekannt, und legte demſelben zugleich den Namen des **Eudiometers** zum erſtenmale bey. Es beſteht nach ſeiner Angabe in einer ovalen gläſernen Flaſche, welche an beyden entgegengeſetzten Oefnungen mit elfenbeinernen oder gläſernen Hähnen, wie am de Lücſchen Reiſebarometer (ſ. **Barometer** 1ſter B. S. 268.) verſehen iſt. Aus der untern Oefnung dieſer Flaſche ſteigt eine durchaus gleich weite Glasröhre herab, die mit ihrem untern Ende, welches ein Ventil hat, in einem kleinen Becken mit Waſſer ſteht. Alles dies iſt an ein hölzernes Geſtell angebracht, und an der Seite der Glasröhre geht eine Scale herunter, deren ganze Länge in 24, jeder Theil aber wieder in 12 Theile getheilt iſt. Am obern Hahne iſt eine mit nitröſer Luft gefüllte Blaſe angebunden. Mit dieſem Werkzeuge hatte **Landriani** die Luft an verſchiedenen Orten Italiens unterſucht, und ſandte nach vollendeter Reiſe das Inſtrument zum Geſchenk an D. Prieſtley.

Seine Methode iſt folgende. Er füllt die Flaſche und Röhre mit Waſſer, ſchraubt alsdann den obern Hahn mit der daran gebundenen Blaſe auf, und drückt aus ſolcher ſo viel nitröſe Luft in die Flaſche, bis dieſe ganz damit angefüllt und vom Waſſer völlig verlaſſen iſt. Hierauf verſchließt er beyde Hähne, und läſt das kleine Becken mit Waſſer am untern Theile der Röhre tiefer herab, damit das Waſſer auch aus der Röhre völlig auslaufe, und dieſe ſich dagegen mit der zu prüfenden atmoſphäriſchen Luft fülle. Sobald die Röhre voll Luft iſt, wird das Becken mit Waſſer wieder an ſeine vorige Stelle gebracht, die untere Oefnung der Röhre unter Waſſer geſetzt, und der Hahn zwiſchen der Flaſche und der Röhre geöfnet. Nun kommen

beyde Luftarten in Berührung, und es erfolgt die Verminderung des Volumens, deren Größe ſich durch die Höhe der vom Drucke der äußern Luft hinaufgetriebenen Waſſerſäule vermittelſt der Scale abmeſſen läſt. Dieſe Einrichtung hat zwar das bequeme, daß der ganze Apparat durch das Geſtell in ein einziges Stück gebracht iſt; allein er iſt blos zur Prüfung der eben in der Atmoſphäre vorhandenen Luft geſchickt, die Hähne gerathen leicht in Unordnung, die Vermiſchung der Luftarten erfordert eine lange Zeit, und die Beſtimmung des Reſultats hängt von der jedesmaligen Temperatur und Schwere der Atmoſphäre ab.

Zu eben der Zeit ſuchte D. Ingenhouß die Werkzeuge zur Luftprüfung zu verbeſſern, und beſchrieb zwo neue Einrichtungen derſelben in einem Briefe an Pringle, welcher in der königlichen Societät der Wiſſenſchaften am 15. Febr. 1776 vorgeleſen, und in die Schriften derſelben (Philoſ. Transact. Vol. LXVI. p. 257. ſqq.) aufgenommen worden iſt. Der erſte Apparat beſteht aus einer kupfernen Röhre mit zween Hähnen, an deren einem Ende eine Flaſche von Federharz befindlich iſt, das andere Ende aber in eine Glasflaſche eingeſchraubt werden kan. Aus der Mitte dieſer Röhre geht ein anderes rechtwinklig umgebogenes kupfernes Rohr herab, das einen Hahn hat, und unten mit einer 2—3 Schuh langen in 100 Theilen getheilten Glasröhre verbunden iſt. Herr Ingenhouß goß in die Flaſche ein halbes Loth verdünnte Salpeterſäure mit einem Quentchen Eiſenfeile, wodurch ſich ſalpeterartige Luft entwickelte, drückte ſodann die Federharzflaſche, welche gemeine Luft enthielt, zuſammen, um beyde Luftarten in der kupfernen Röhre zu vermiſchen. Wenn ſich das Eiſen aufgelöſet hatte, ſchloß er beyde Hähne zu, und ſenkte die gläſerne abgetheilte Röhre in ein Gefäß mit Queckſilber. Sodann öfnete er den unterhalb der Federharzflaſche, und den an der gebognen kupfernen Röhre befindlichen Hahn, worauf das Queckſilber in der Glasröhre aufſtieg, und die Größe der Verminderung, an der Theilung, angab. Weil aber bey dieſer Methode ſowohl die unvermeidliche Auflöſung des Kupfers, als auch die ungleiche Menge der entwickelten nitröſen Luft

ſehr ungleiche Reſultate giebt, ſo ward ſie von ihrem Urheber ſelbſt gar bald wieder verworfen.

Das zweyte von Herrn **Ingenhouß** vorgeſchlagene Werkzeug iſt eine an beyden Enden offene Glasröhre, $2\frac{1}{2}$ Schuh lang, $\frac{1}{12}$ pariſer Zoll im Durchſchnitt, und in 100 gleiche Theile getheilt. Er füllt dieſe Röhre zuerſt ganz mit ſalpeterartiger Luft, indem er ſie auf ein Fläſchchen mit Eiſenfeile und Scheidewaſſer ſetzt; hält hierauf beyde Oefnungen mit dem Daumen zu, bringt die untere in ein Gefäß mit Queckſilber, und läſt, indem er beyde Enden auf einen Augenblick öfnet, einen Zoll hoch Queckſilber hineintreten. Sodann hält er die Röhre mit verſchloßnen Enden horizontal, und läſt durch abwechſelndes Oefnen und Verſchließen derſelben die darin befindliche kleine Queckſilberſäule bis in die Mitte laufen, wobey dieſelbe aus dem einen Ende gerade ſo viel nitröſe Luft austreibt, als durch das andere Ende gemeine Luft hineingeht. Sobald das Queckſilber in der Mitte iſt, ſchüttelt er die Röhre mit zugehaltenen Enden ſtark hin und her, wobey das Queckſilber viel zur Vermiſchung beyder Luftarten beyträgt. Endlich bringt er die untere Oefnung der Röhre wieder in das Gefäß mit Queckſilber, und zieht den Daumen davon ab, indem die obere Oefnung noch verſchloſſen bleibt. Weil nun die Vermiſchung der Luftarten ihr Volumen vermindert hat, ſo ſteigt das Queckſilber aus dem Glaſe in die Röhre auf, und ſein Stand zeigt an der Theilung die Größe der Verminderung an. Aber auch dieſe Verfahrungsart hat Herr **Ingenhouß** bald wiederum verlaſſen.

Herr **von Magellan** (Deſcription of a glaſs apparatus etc. together with the deſcription of ſome new Eudiometers or Inſtruments for aſcertaining the Wholſomeneſs of reſpirable air, in a letter to the Rev. D. Prieſtley. London 1777. 8. Beſchreibung eines Glasgeräths ꝛc. wie auch einiger Eudiometer, von J. H. **Magellan**, aus d. Engl. überſ. mit Zuſätzen von **C. F. Wenzel**. Dresden, 1780. 8.) machte im Jahre 1777 drey von ihm erfundene, aber ſehr zuſammengeſetzte Eudiometer bekannt, welche auch **Cavallo** (Abh. über die Eigenſchaften der Luft, aus d. Engl.

Leipz. 1783. gr. 8. Taf. II. Fig. 22. 23. 24.) beſchrieben und abgebildet hat. Ich will hier nur das erſte davon etwas umſtändlicher anführen. Es beſtehet daſſelbe aus der gläſernen Röhre MD, Taf. VIII. Fig. 7, welche 12 — 15 Zoll lang, durchaus gleich weit, und mit dem eingeſchliffenen Glasſtöpſel M verſehen iſt. An ihr unteres Ende paſſet das eingeſchliffene Gefäß C, deſſen Geſtalt die Figur deutlich zeiget. Dieſes Gefäß C hat außerdem noch zwo Mündungen, in welche zwo kleine Phiolen oder Fläſchchen A und B eingeſchliffen ſind. Die Capacität beyder Fläſchchen zuſammen muß ohngefähr ſo viel betragen, als der Inhalt der Röhre MD. Z iſt ein meſſingener Ring, der ſich an der Röhre MD verſchieben und mit einer Stellſchraube überall, wo man will, befeſtigen läſt. G iſt ein meſſingenes oder hölzernes Lineal, welches in gleiche Theile getheilt iſt, und mit zween meſſingenen halben Ringen an die Röhre MD, wie bey F, angelegt werden kan. Beym Gebrauche nimmt man den Stöpſel M ab, und taucht das ganze Inſtrument in das Waſſer der Wanne, ſo daß ſich die Röhre, das Gefäß C und die Fläſchchen A und B völlig mit Waſſer füllen; man ſetzt alsdann den Stöpſel wieder auf. Hierauf läſt man nur noch den untern Theil des Inſtruments, etwa bis an die Hälfte der Röhre, unter Waſſer ſtehen, nimmt eines von den Fläſchchen A oder B vom Gefäße C ab, füllt es mit der zu prüfenden Luft und ſteckt es wieder an ſeine vorige Stelle. Das andere Fläſchchen wird mit ſalpeterartiger Luft gefüllt, und ebenfalls wiederum aufgeſteckt. Man nimmt nunmehr das Inſtrument aus dem Waſſer, und dreht das Gefäß C mit dem Boden b aufwärts, wie es bey F vorgeſtellt iſt; wodurch die in den beyden Fläſchchen enthaltenen Luftgattungen in das Gefäß C aufſteigen, ſich mit einander vermiſchen und die Verminderung des Volumens bewirken. So bald man aber das Gefäß C umgedreht hat, muß man das Inſtrument wieder bis an die Mitte der Röhre ins Waſſer tauchen, und den Stöpſel M abnehmen. So, wie ſich nun das Volumen der beyden Luftgattungen vermindert, fällt das Waſſer in der Röhre MD herab. Herr **Magellan** glaubte bemerkt

zu haben, daß das Volumen, wenn es den höchſten Grad der Verminderung erreicht habe, wiederum ein wenig zunehme; er bediente ſich daher des meſſingnen Ringes mit der Stellſchraube zur Beobachtung des Punkts, an welchem die Waſſerfläche ſtill geſtanden hätte; man hat aber dieſe vorgegebne Bemerkung ungegründet gefunden. Wenn nun die Verminderung vorüber iſt, und die Waſſerfläche in der Röhre ſtehen bleibt, ſo füllt er die Röhre wieder ganz mit Waſſer, verſtopft ſie mit dem Stöpſel M, und wendet ſie ſo, daß die Luft aus dem Gefäße C in den obern Theil M aufſteigt. Endlich nimmt er das Gefäß C ganz ab, ſenkt die Röhre ſo weit ins Waſſer, bis die innere Waſſerfläche mit der äußern gleich ſteht, und mißt dann an dem Lineale das Volumen der beyden vermiſchten Luftgattungen ab. Auf dem Lineale iſt bemerkt, wie viel Theile der Scale die Capacität beyder Fläſchchen einnehme; ſo wie z. B. in der Figur die Bezeichnung 96 = ** andeutet, daß die in beyden Fläſchchen enthaltene Luft in die Röhre M D gebracht, einen Raum von 96 Theilen einnehmen würde. Nimmt nun das Volumen beyder Luftgattungen nach ihrer Vermiſchung nur noch 56 Theile ein, ſo ſind 40 Theile verlohren gegangen, und der Grad der Heilſamkeit der geprüften Luft iſt nach Magellan $=\frac{40}{96}$. Bleiben bey Prüfung einer andern Luft 60 Theile zurück, und gehen alſo 36 verlohren, ſo iſt bey dieſer Luft der Grad der Heilſamkeit $=\frac{36}{96}$, und verhält ſich zum vorigen, wie 36: 40, d. i. wie 9: 10.

Man überſieht bald, daß dieſes Inſtrument ſehr zuſammengeſetzt, und ſeiner ganzen Einrichtung nach keiner ſonderlichen Genauigkeit fähig iſt, daß auch viel davon abhängt, ob der Stöpſel feſt oder nur locker eingedrückt, die Röhre genau lothrecht oder ſchief gehalten wird, u. ſ. w. Endlich kan man auch hiebey nicht mehr als ein einziges Maaß nitröſe Luft mit einem Maaße gemeiner Luft miſchen, welche Verfahrungsart, wie die Folge lehren wird, allezeit unvollkommen bleibet. Da die beyden andern Eudiometer des Hrn. Magellan eben ſo zuſammengeſetzt, und gar nicht in Gebrauch gekommen ſind, ſo verweiſe ich der Kürze hal-

BAYERISCHE STAATS-BIBLIOTHEK MÜNCHEN

der auf **Cavallo** a. a. O., der das Mangelhafte derſelben ſehr deutlich gezeigt hat.

White (Philoſ Transact. Vol. LXVIII. for 1778. P. I. no. 13.) bediente ſich zu ſeinen Beobachtungen über die Güte der Luft zu York einer gemeinen Barometerröhre, welche ſo weit war, daß ein Unzenglas voll Luft ohngefähr 134 Decimaltheile eines englichen Zolls darinn einnahm. In dieſe Röhre ließ er ein Unzenglas Luft unter dem Waſſer vermittelſt gläſerner Trichter ein, that gleich darauf ein halbes Unzenmaaß ſalpeterartige Luft hinzu, und zeichnete den Raum, den beyde ſogleich anfüllten, wie auch denjenigen, den ſie nach dreyßig Minuten einnahmen, auf. Der letztere vom erſtern abgezogen, gab die Verminderung oder die Anzeige der Güte der Luft. So nahm am 30. Auguſt 1777 die Luft aus ſeinem Garten mit der ſalpeterartigen ſogleich 205 Theile, nach einer halben Stunde aber nur 145 Theile ein; alſo nimmt er die Güte derſelben = 60 an. Am 13. Sept. bey einer trocknen ſchwülen Witterung war ſie nur 55, ſtieg aber nach einigen Tagen wieder auf 64.

Herr **de Sauſſure** bediente ſich (Reiſe durch die Alpen, a. d. Franz. Leipzig, 1781. 8. Th. II. §. 578.) einer gläſernen mit einem eingeriebenen Stöpſel verſehenen Flaſche, nebſt einem kleinen Gläschen oder Maaße, welches ohngefähr ⅓ der Flaſche hielt, und einer kleinen Wage. Dieſes ganze Geräth, nebſt dem, was zur Bereitung der nitröſen Luft gehört, ließ ſich in ein Käſtchen packen, und auf Reiſen mitnehmen. Er wiegt zuerſt die mit Waſſer gefüllte Flaſche, und läſt dann unter dem Waſſer vermittelſt eines Trichters zwey Maaß gemeine und ein Maaß nitröſe Luft hinein. So wie ſich dieſe vermiſchen, und am Volumen vermindern, dringt das Waſſer in die Flaſche. Hr. de S. verſtopft die Flaſche, ſchüttelt ſie unter dem Waſſer, öfnet ſie dann wieder, damit aufs neue Waſſer hineintreten könne, und wiederholt dieſes Verfahren allezeit dreymal. Endlich wird die Flaſche verſtopft, rein abgetrocknet, und wieder gewogen. Zieht man dieſes letztere Gewicht von dem erſten ab, ſo zeigt der Reſt das Gewicht des Waſſers, welches gerade den Raum der verminderten Luftmaſſe aus-

füllt, und iſt alſo deſto größer, je geringer die Verminderung, oder je mehr Phlogiſton in der geprüften Luft enthalten iſt.

Außer den bisher angeführten ſind auch noch andere Werkzeuge und Prüfungsarten von Herrn **Achard** (Sur la meſure de la ſalubrité de l'air, renfermant la deſcription de deux nouveaux Eudiometres, in den Nouv. Mém. de l'Acad. de Pruſſe 1778. Tab. V. Fig. 1. 2.), **Gerardin**, (bey der franz. Ueberſ. von Magellans Deſcription d'un appareil, in *Rozier* Journal de phyſ. Mars 1778.), **Senebier** (Mémoires phyſico-chymiques ſur l'influence de la lumière ſolaire pour modifier les êtres des trois règnes de la nature, à Geneve. 1782. 8. T. I. p. 6.), **Stegmann** (Beſchreibung eines Luftmeſſers der geſunden und ungeſunden Luft, Caſſel 1778. 8.), **Cavendiſh** (Philoſ. Trans. Vol. LXXIII. P. I. und in **Lichtenbergs** Magazin für das Neuſte ꝛc. B. II. St. 3. S. 151.) und mehreren, vorgeſchlagen worden, welche hier ohne allzu große Weitläuftigkeit nicht umſtändlich beſchrieben werden können. Man ſieht leicht, daß die Urheber der angeführten Werkzuge ſich von der urſprünglichen Simplicität des Prieſtleyiſchen Apparats ſehr weit entfernt, und auf Nebenabſichten, z. B. die Geſchwindigkeit und Bequemlichkeit beym Gebrauch, die Vereinigung aller Theile in ein einziges Stück, das Portative u. dgl. mehr, als auf eine allgemeine und zuverläßige Uebereinſtimmung aller Werkzeuge unter einander ſelbſt geſehen haben. Ich will daher nur noch diejenige Einrichtung des Eudiometers beſchreiben, welche anjetzt faſt durchgängig für die beſte, einfachſte und zuverläßigſte gehalten wird. Sie iſt im Grunde keine andere, als die Prieſtleyiſche ſelbſt, nur mit einigen von Fontana, Cavallo, Ingenhouß und Luz herrührenden Verbeſſerungen.

Nach der Beſchreibung des D. **Ingenhouß** (Verſuche mit Pflanzen ꝛc. aus dem Engl. Leipzig, 1780. 8.) beſteht dieſes Eudiometer, welches er mit Erlaubniß des Abts **Fontana** zuerſt bekannt machte, aus zween Stücken, dem großen und dem kleinen Maaße. Das **große Maaß** aa Taf. VIII. Fig. 8. iſt eine vollkommen cylindriſche, 14 bis 20 Zoll lange Glas-

röhre, deren Weite im Lichten etwa ½ Zoll ſbeträgt. Dieſe Röhre iſt durch eingeſchnittene Striche in gleiche Theile, jeden von 3 Zoll Länge, eingetheilt. Jede dieſer Abtheilungen läſt ſich wieder in 100 Theile theilen, die aber nicht auf der Röhre ſelbſt, ſondern auf einer an ihr beweglichen Scale cc eingeſchnitten ſind. Dieſe Scale beſteht aus zween gleich langen Stäben, die unten und oben an meſſingene Ringe gelöthet ſind. Unten bey b b iſt die Röhre trichterförmig ausgeweitet. Das **kleine Maaß**, Fig. 10. und 11., iſt eine gläſerne Phiole f, die genau ſo viel Raum faßt, als eine Hauptabtheilung oder 3 Zoll der großen Röhre. Dieſe Phiole paßt mit ihrer Oefnung in eine meſſingene, kurze, trichterförmige Röhre g i, durch deren Mitte ein flacher **Schieber** k vor die Oefnung der Phiole f geht. Durch dieſen Schieber wird die in der Phiole enthaltene Luft von der überflüßigen in der trichterförmigen Hölung i abgeſchnitten, und die letztere, indem man die Phiole unter dem Waſſer umkehrt, hinweggeſchaft. Solchergeſtalt hält das kleine Maaß immer eine beſtimmte und gleiche Menge Luft eingeſchloſſen. Um es mit einer vorräthigen Luftgattung zu füllen, wird es zuerſt mit Waſſer gefüllt, und umgekehrt mit geöfnetem Schieber auf die Oefnung des im Querbrete der Wanne befindlichen Trichters geſetzt (ſ. den Art. **Pnevmatiſch-chymiſcher Apparat**). Hierauf bringt man das Gefäß mit der vorräthigen Luft unter dem Waſſer an den Trichter, und neigt es ein wenig, damit die Luft daraus in den Trichter und folglich in das Maaß aufſteige. Man ſetzt hierauf das Gefäß mit Luft wieder auf das Bret, zieht das Maaß vom Brete hinweg, verſchließt ſeine Oefnung mit dem Schieber, und kehrt es im Waſſer um, damit die überflüßige im Theile i befindliche Luft herausgehe. So wird man eine genau beſtimmte Quantität Luft im kleinen Maaße haben. Um nun dieſelbe in die große Röhre zu bringen, muß man dieſe zuerſt ebenfalls mit Waſſer füllen, umgekehrt in die Wanne halten, und den Schieber des mit dem Theile i wieder aufwärts gekehrten kleinen Maaßes unter a öfnen, worauf die in f befindliche Luft in die Röhre a a übergeht.

Man bringt aber zuerſt zwey Maaß von der zu prüfenden Luft in die Röhre a a, und fügt alsdann ein Maaß nitröſe Luft hinzu. Sobald dies geſchehen iſt, wird die Röhre vom Bret der Wanne hinweg genommen, und im Waſſer ſtark geſchüttelt. Hierauf wird ſie in den mit Waſſer gefüllten meſſingenen Cylinder d d d d, Fig. 9., ſo geſetzt, daß die Waſſerfläche in der Glasröhre mit der äußern im meſſingnen Cylinder gleich ſteht, und eine bis zwo Minuten lang in dieſer ſenkrechten Stellung ruhig gelaſſen, damit das Waſſer ablaufen könne. Alsdann wird die Scale c c ſo verſchoben, daß ihr unteres Ende oder ihre Null mit der Waſſerfläche in der Röhre gleich ſteht, und man ſchreibt die Zahl auf, welche an der Scale mit der auf der Glasröhre eingeſchnittenen Hauptabtheilung über der Waſſerfläche zuſammentrift. Ferner läſt man ein zweytes Maaß nitröſe Luft hinzu, ſchüttelt die Röhre, wie vorhin, läſt ſie 1 — 2 Min. im meſſingnen Waſſerbehälter ruhig, ſtellt alsdann die Scale, und bemerkt die Zahl derſelben wiederum. Endlich wird noch ein drittes Maaß ſalpeterartige Luft hinzugelaſſen, das Verfahren nochmals wiederholt und die Zahl bemerkt. Eine vierte Wiederholung würde überflüßig ſeyn, weil drey Maaß nitröſe Luft hinreichen, um zwey Maaß gemeine Luft vollkommen zu ſättigen.

Nach geendigtem Verſuche werden die aufgeſchriebenen Zahlen, nebſt den bis an das obere Ende der Röhre noch übrig bleibenden Hauptabtheilungen, von den in die Röhre gelaſſenen Maaßen, jedes für 100 Theile gerechnet (alſo von 300, 400, 500), abgezogen; der Reſt zeigt die Größe der Verminderung. Hätte z. B. nach Hinzulaſſung des dritten Maaßes nitröſer Luft, eine Hauptabtheilung der Glasröhre bey 8 an der Scale geſtanden, und wären bis ans obere Ende noch drey ſolche Hauptabtheilungen (jede von 100 Theilen) zu zählen geweſen, ſo hätte das zurückgebliebne Volumen 308 Theile betragen. Dies von 500, als dem urſprünglichen Volumen der fünf Maaße, abgezogen, giebt die Verminderung 192 Theile.

Die Genauigkeit dieſer Prüfungsart hängt größtentheils davon ab, daß man die Handgriffe dabey immer auf

eine gleichförmige Art verrichte, die Glasröhre ſtets eine gleiche Zeit hindurch ſchüttle, und eine gleiche Zeit ruhen laſſe u. ſ. f. Geſchieht dies nicht, ſo wird man bey verſchiedenen Verſuchen, wenn ſie auch mit den nemlichen Luftarten angeſtellt werden, dennoch verſchiedene Reſultate erhalten.

Cavallo (Abhandl. über die Eigenſchaften der Luft ꝛc. S. 122.) läſt, um den Apparat noch einfacher zu machen, den meſſingenen Cylinder d d d d ganz hinweg, und bringt dagegen an dem obern verſchloßnen Ende der Glasröhre einen Ring oder eine Schleife an, womit man ſie an einem auf der Wanne des pnevmatiſchen Apparats befindlichen meſſingenen Haken aufhängen kan. Auf der Scale zählt er die Hunderttheile an dem einen Stabe vom obern Ringe, am andern vom untern an. Bey der Prüfung ſelbſt läſt er 2 Maaß gemeine und 1 Maaß nitröſe Luft in die Röhre, ſchüttelt ſie 15 Secunden lang im Waſſer der Wanne, und hängt ſie an den Haken ſo, daß die Oberfläche der Waſſerſäule darinn etwa zween Zoll über der Waſſerfläche in der Wanne zu ſtehen kömmt. Dann ſchiebt er die Scale ſo, daß der obere Rand des untern Ringes mit dem mittlern Theile der Waſſerfläche in der Röhre zuſammentrift, und bemerkt, welche Abtheilung mit einem Striche an der Glasröhre gleich ſtehet. Geſetzt, der 56ſte Theilungsſtrich treffe den zweyten Strich der Glasröhre von oben herab gerechnet, ſo ſchreibt er dafür II, I; 2, 56, d. i. zwey Maaß gemeine und ein Maaß ſalpeterartige Luft ſind durch die Vermiſchung auf 2, 56 Maaß zurückgebracht worden. Hierauf läſt er ein zweytes Maaß nitröſe Luft hinzu, verfährt wie vorhin, und bemerkt dies, wenn z. B. der 7te Theilungsſtrich der Scale mit der dritten Abtheilung der Glasröhre zuſammentrift, mit II, II; 3, 07. Die andere umgekehrt gezählte Theilung der Scale wird gebraucht, wenn es die an der Röhre befindliche Schleife nicht verſtattet, den untern Ring an die Waſſerfläche zu ſtellen, und man alſo genöthigt iſt, den obern Ring daran zu bringen, und die Grade von oben herab zu zählen.

D. Ingenhouß (Verſuche mit Pflanzen ꝛc. Leipzig,

1780. 8.) bedient ſich eben dieſes Werkzeugs ſo, daß er nur ein Maaß von jeder Luftart zuſammen miſchet. Er faßt das Maaß unter dem Waſſer bey dem Schieber, damit es durch die Hand nicht erwärmt werde, und hält es 15 Secunden lang in dieſer Stellung, um ihm die Temperatur des Waſſers mitzutheilen. Die nitröſe Luft bereitet er ſtets friſch aus Kupfer, und ſobald ſie in die Röhre geleitet iſt, ſchüttelt er dieſe 30 Secunden lang unter dem Waſſer, und bringt ſie in den mit Waſſer gefüllten meſſingenen Cylinder d d d d, mit der Vorſicht, daß nichts von der äußern Luft in die Oefnung der Glasröhre eindringe. So läßt er den Apparat in der Wanne eine Minute lang ſtehen, und gießt beſtändig Waſſer darüber, um die Temperatur der Glasröhre derjenigen gleich zu machen, welche das Waſſer in der Wanne hat. Endlich ſchiebt er die Scale ſo, daß ihre Null mit dem unterſten Punkte des Bogens, den das äußerſte Ende der Waſſerſäule macht, gleich ſtehet, und bemerkt, wie viel Abtheilungen von zwey ganzen Maaßen, oder 200 Theilen der Scale übrig geblieben ſind. Herr **Scherer** verſichert, daß nach dieſer Verfahrungsart die ganze Probe in drey bis vier Minuten geendigt, und ihre Zuverläßigkeit ſo groß ſey, daß nur ſelten unter zehn mit der nemlichen gemeinen und nitröſen Luft angeſtellten Verſuchen, der Unterſchied der Reſultate kaum $\frac{1}{100}$ der ganzen angewandten Luftmaſſe betrage.

Herr **Luz** (Anweiſung, das Eudiometer des Fontana zu verfertigen und zum Gebrauch bequemer zu machen. Nürnberg und Leipzig, 1784. 8.) hat an der Einrichtung dieſes Eudiometers nichts weſentliches geändert, ſondern nur zu deſſen genauer Verfertigung überaus deutliche und leſenswürdige Vorſchriften mitgetheilt. Nur darinn weicht er von Fontana ab, daß er den beſondern Waſſerbehälter d d d d wegläßt, und die Röhre, wie Cavallo, an einen an der Wanne befindlichen Haken hängt; daß er zweytens die Scale feſt macht, um das beſtändige Richten und die Fehler aus der ungleichen Weite der Glasröhre zu vermeiden. Dagegen läßt er ſie über drey Hauptabtheilungen der Glasröhre gehen; jede Abtheilung wird durch ein hineinge-

laßnes Maaß Luft beſonders beſtimmt, und in 100 Theile getheilt, daß alſo 300 Unterabtheilungen auf die Scale kommen. Er beſchreibt endlich das Verfahren ſehr genau, und giebt folgende Bezeichnungsart an.

a. 200, b. 200, c. 204.

heißt: zwey Maaß gemeine, und zwey Maaß ſapeterartige Luft, nahmen vermiſcht 204 Theile der Scale, oder 2, 04 Maaß Raum ein. Die Verminderung d iſt = a + b – c, oder 196 Theile.

Es ſcheint nach allem bisher geſagten am beſten zu ſeyn, daß man bey dieſer einfachen Art der Luftprüfung bleibe, welche durch den von **Fontana** dem Maaße beygefügten Schieber an Zuverläßigkeit ſehr viel gewonnen hat. Hiebey aber kömmt faſt alles auf ein beſtimmtes und durchgehends gleiches Verfahren an. Ohne dieſes werden die Reſultate verſchieden ausfallen, und das Werkzeug wird eine ganz unbeſtimmte Sprache führen, welches eben ſo viel iſt, als ob es gar nichts ſagte. Ich will in dieſer Abſicht noch einige beym Verfahren ſelbſt zu beobachtende Regeln beyfügen.

Die innere Seite des Maaßes iſt vor dem Verſuche mit Seifenwaſſer auszuſpülen, damit nicht beym Füllen Waſſertropfen darinn hängenbleiben, und das richtige Volümen vermindern. Beym Füllen ſelbſt muß man es nicht mit der Hand berühren, damit es nicht erwärmt werde, und alſo zu wenig Luft faſſe; eben darum muß man auch nach vollendetem Füllen die Hand nicht eher an das Glas bringen, als bis der Schieber verſchloſſen iſt. Beym Verſchließen ſelbſt iſt das Maaß ſtets gleich tief unter dem Waſſer zu halten, damit die Luft nicht durch Waſſerſäulen von ungleicher Höhe einmal mehr, als das anderemal, zuſammengedrückt werde. Zwiſchen dem Füllen des Maaßes und dem Verſchließen des Schiebers muß immer ein gleicher Zeitraum verlaufen, damit nicht das Waſſer an den Seitenwänden einmal mehr, als das anderemal, ablaufen könne. Die Glasröhre muß, ſo viel möglich, an allen Stellen gleich weit ſeyn, und daher genau calibriret werden: auch bey ihr iſt ein vorgängiges Ausſpülen mit Seifenwaſ-

ſer dienlich; **Fontana** und **Luz** ſchleifen die innere Fläche matt, wozu Luz ſehr leichte Handgriffe angiebt. Wenn man die Länge der Luftſäule beobachtet, muß man wegen der Wärme die Röhre nicht mit der bloßen Hand, ſondern mit einem naſſen Lappen anfaſſen, und immerfort Waſſer darüber gießen. Auch muß die innere Waſſerfläche mit der äußern in der Wanne völlig gleich hoch ſtehen; dies wird eben durch Fontana's beſondern Waſſerbehälter (d d d d Fig. 9.) bewirkt. Bey der Beobachtung ſelbſt muß man für die Grenze der Waſſerſäule, welche in der Röhre concav iſt, die Mitte oder den unterſten Punkt des Bogens feſtſetzen, auch die Röhre genau lothrecht halten. Die Vermiſchung beyder Luftarten muß nicht, wie bey Prieſtley, in einem beſondern Gefäße, und ſtillſtehend, geſchehen, ſondern in der Röhre ſelbſt, welche man im Augenblicke der Berührung eine ſtets gleiche Zeit lang, nemlich eine halbe Minute lang, ſtark im Waſſer ſchütteln muß. Beym Einlaſſen der Luft iſt auch darauf zu ſehen, daß ſie nicht blaſenförmig, ſondern als eine ununterbrochne Säule in die Glasröhre aufſteige, wozu die Oefnung des Trichters, durch den ſie geht, weit genug (wenigſtens 5½ pariſer Lin.) ſeyn muß. Auch können bey Verſuchen dieſer Art ſchnelle Veränderungen der Wärme oder Schwere der äußern Luft, ja ſelbſt die Nähe des Körpers vom Experimentator, Unterſchiede machen.

Mehr, als alles dieſes, aber macht die ungleiche Güte und Stärke der zum Prüfungsmittel dienenden **nitröſen Luft** aus. Es iſt ganz vergeblich, an eine Uebereinſtimmung der Eudiometerbeobachtungen zu denken, ſo lange man nicht Mittel kennt, eine ſich immer gleiche ſalpeterartige Luft *(a ſtandard nitrous air)* zu bereiten. **D. Ingenhouß** (Verſuche mit Pflanzen ꝛc. S. 110.) glaubt, eine ſolche durch folgende Methode zu erhalten. Er dreht biegſame Kupferfäden ſpiralförmig in einander, ſo daß ſie kleine Cylinder vorſtellen, und füllt damit ein kleines Fläſchchen. Hierüber gießt er Salpeterſäure, mit 5 — 6 Theilen Waſſer verdünnt, und fängt das ſolchergeſtalt entbundene Gas durch den gewöhnlichen pnevmatiſchen Apparat unter

einem gläſernen Gefäße auf. Wer aber nur ein wenig die verſchiedene Stärke der Liquören kennt, die unter dem Namen der Salpeterſäure verkauft oder bereitet werden, und überdies den Einfluß der Wärme, der Zeitdauer u. dgl. auf die Operation ſelbſt erwäget, der wird ſich ſchwerlich überzeugen können, daß man ſo überall und zu jeder Zeit eine gleich gute nitröſe Luft erhalte. Herr **Wenzel** (Beſchreibung eines Glasgeräths ꝛc. von Magellan aus d. Engl. S. 59—64.) giebt daher eine ſichrere, aber auch weit ſchwerere und zuſammengeſetztere Methode an. Er wählt einen ganz reinen aus zwey Theilen des beſten Salpeters und einem Theile weißen Vitriolöl bereiteten rauchenden Salpetergeiſt, vermiſcht denſelben mit dem fünffachen Gewichte deſtillirten Waſſers, und probirt ihn mit zerſchlagenem Marmor oder Auſterſchalen, wovon er immer eine gleiche Menge auflöſen muß. Hierdurch entbindet er die ſalpeterartige Luft aus Eiſen, Kupfer oder Queckſilber in einem eignen Apparat, aus welchem die gemeine Luft durch eine kleine Luftpumpe, ſo viel möglich, herausgezogen wird. Man hat aber hievon niemals einigen Gebrauch gemacht.

Die nitröſe Luft wird ſchwächer, wenn ſie lange über Waſſer ſteht. Daher räth man an, zu den Prüfungen mit dem Eudiometer täglich, wenigſtens oft, friſche zu bereiten. **Fontana** aber meint die ganze Schwierigkeit dadurch zu heben, daß er zu zwey Maaßen gemeiner Luft ſo viele Maaße ſalpeterartiger Luft hinzuläſt, bis das letzte keine Verminderung weiter bewirkt; alsdann, ſagt er, finde man die Größe der bis zur Sättigung ſtatt findenden Verminderung immer richtig, wie ſtark oder ſchwach auch die nitröſe Luft ſeyn möge, und der ganze Unterſchied ſey, daß man mehr Maaße hinzulaſſen müſſe, je ſchwächere Luft man habe. **Ingenhouß** hingegen, der dies nicht in ſeinem ganzen Umfange zugiebt, ſchreibt vor, die nitröſe Luft täglich friſch, und immer aus Kupfer, oder immer aus Queckſilber zu bereiten, reinen und von Vitriolſäure freyen Salpetergeiſt dazu zu gebrauchen, und bey ihrer Auffangung die Vermiſchung mit gemeiner Luft ſorgfältig zu verhüten.

Dies wird genug ſeyn, um zu zeigen, daß das Eudiometer noch bey weitem das nicht ſey, was ſein Name ausdrückt, und wofür man es viel zu frühzeitig gehalten hat. Vielleicht wird ihm einſt die Zeit mehrere Vollkommenheit geben.

Man pflegt mit dieſem Werzeuge auch die Güte der künſtlich bereiteten dephlogiſtiſirten Luft zu prüfen, welche aber zu ihrer Sättigung eine weit größere Menge, oft vier, zuweilen fünf Maaß nitröſer Luft, erfordert. Um nun dies mit weniger Zeitverluſt zu thun, vermiſcht **D. Ingenhouß** beyde Luftarten in einem beſondern Glaſe von 3 Zoll Durchſchnitt und 3 Zoll Höhe auf einmal, weil bey der dephlogiſtiſirten Luft die Zerſetzung und Vermiſchung augenblicklich geſchieht, und es alſo nicht, wie bey der gemeinen Luft, des allmählichen Hinzulaſſens und Schütttelns bedarf.

Herr **Wilke** (Neue ſchwed. Abhdl. IV. Band, 1785., auch in Lichtenbergs Magazin für das Neuſte ꝛc. III. B. 4. St. S. 106. u. f.) hat ſeitdem noch zwo andere Einrichtungen des Eudiometers bekannt gemacht, wobey die Luftgattungen durch Saugen und Pumpen mit einer Spritze aus einem Gefäß ins andere gebracht werden. Zu einer dieſer Einrichtungen gehört ein Apparat mit Queckſilber, zur andern ein gewöhnlicher mit Waſſer. Die Kolbenſtange der Spritze iſt, wie eine Scale, abgetheilt, und mit einem an der Spritze ſelbſt befeſtigten Nonius verſehen, wodurch man ſehr genau in jedem gegebnen Verhältniſſe Luft ausziehen oder einlaſſen kan. Da dieſe Art, die Luftgattungen zu behandeln, als eine allgemeine Abänderung des Apparats angeſehen werden kan, ſo will ich ſie bey dem Worte: **Pnevmatiſch-chymiſcher Apparat** umſtändlicher beſchreiben: zum Eudiometer wird man ſich immer eine einfachere und leichtere Einrichtung wünſchen.

Noch ein Eudiometer, das aber auf ganz andern Gründen beruht, hat **Scheele** (in *Rozier* Journal de phyſique, Janvier 1781., deutſch in Hrn. **Leonhardi** Ueberſ. von Scheelens chemiſchen Abhdl. von Luft und Feuer, Leipzig, 1782. 8. S. 269.) angegeben. Er nimmt einen Theil von ſehr fein gepülfertem Schwefel, vermiſcht ihn mit zween

Theilen unverroſteter Eiſenfeile, befeuchtet das Gemenge mit etwas Waſſer, und hebt es derb eingeſtopft in gläſernen Flaſchen auf. Beym Verſuche ſelbſt füllt er mit dieſem Gemenge eine gläſerne Schale, ſetzt dieſe auf einen hohen Träger, deckt ein cylindriſches mit einem getheilten Papierſtreif verſehenes Glas darüber, und füllt das weite Gefäß, worinn der ganze Apparat ſteht, mit Waſſer. Das phlogiſtiſche Gemenge fängt bald an, ſich zu erhitzen, und die Luft zu vermindern; daher ſteigt das Waſſer in das cylindriſche Glas auf, die Scale giebt deſſen Höhe an, und zeigt dadurch die Größe der Verminderung, welche deſto ſtärker iſt, je mehr die Luft Phlogiſton in ſich nehmen kan, d. i. je reiner ſie vor dem Verſuche war. Hr. S. bringt zwar hierbey auch den Stand des Thermometers und Barometers mit in Anſchlag; allein es bleibt dennoch, auch bey dieſer Methode, allzuviel Unbeſtimmtes übrig.

So unvollkommen aber die Eudiometer noch seyn mögen, ſo haben doch die mit ihnen angeſtellten Beobachtungen ſchon viele nützliche und mit andern Erfahrungen übereinſtimmende Reſultate geliefert. **Landriani** fand in den Gebirgen bey Piſa die Luft immer reiner, je höher er hinaufſtieg, dagegen um den Veſuv immer ſchlechter, je näher er dem Crater kam; eben ſo fand er ſie in den pontiniſchen Sümpfen, beym Sirocco, in der Hundsgrotte, auf der Solfatara u. ſ. f. von ſehr ſchlechter Beſchaffenheit. Herr **Scheele** fand die Verminderung der Luft zu Stockholm durch ſeinen Apparat $\frac{8}{33}$ bis $\frac{10}{33}$, woraus er folgert, daß der Luftkreis daſelbſt ohngefähr $\frac{2}{11}$ ganz reine reſpirable Luft enthalte. **Fontana** und **Ingenhouß** haben bey ihren zahlreichen Verſuchen in Paris, London, den Niederlanden und Oeſterreich, ziemlich übereinſtimmende Reſultate gefunden. Der letztere fand die Seeluft durchgängig beſſer, als die Landluft (ſ. Ingenhouß vermiſchte Schriften, herausg. von Molitor, Wien 1784. II. B. 8. Von dem Grade der Heilſamkeit der Seeluft). Für Wien giebt er ihre mittlere Güte 1, 07 an. **De Sauſſure** fand bey ſeinen Alpenreiſen die Luft auf den Gipfeln der hohen Berge weniger rein, als die in den Thälern, welche zwiſchen den

Bergen liegen. **Deodat von Dolominieu** (Reiſe nach den Lipariſchen Inſeln a. d. Frz., Leipzig, 1783. 8.) fand zu Malta im Winter die Luftgüte 0, 80 bis 0, 82, bey wärmere Luft 0, 88—0, 90; beym Sirocco 1, 02 bis 1, 05. Sehr zuverläßige Beobachtungen über die Luft in Göttingen hat Herr Prof. **Pickel** im Jänner und Februar 1782 angeſtellt (ſ. Göttingiſches Magazin der Wiſſenſch. und Litteratur, II. Jahrg. 6. St. S. 426.) und in Tabellen gebracht. Die Grade der Güte fallen zwiſchen 0, 91 und 0, 98, und die Luft war dabey deſto reiner, je kälter ſie ward. In Leipzig hat mein verſtorbener Freund D. **Ludwig** die Luft in den Sommermonaten des Jahres 1783 bey dem damaligen trocknen Nebel oder Höherauch geprüft (ſ. Leipziger Magazin zur Naturkunde, Mathematik, u. ſ. w. von **Leske** und **Hindenburg**, 1783. II. St. S. 211.), und ſich babey des oben beſchriebnen Magellaniſchen Eudiometers bedient. Er fand ſie beſonders in der letzten Hälfte des Julius ungemein ſtark phlogiſtiſirt, und vermuthet, daß die Urſache davon in den vorhergegangenen heftigen Erdbeben liegen könne. Ueberhaupt lehren alle angeſtellte Prüfungen, daß die über heiße und dürre Landſtriche kommenden Winde, wie bey uns die Südwinde, die Luft verſchlimmern, da hingegen dieſelbe durch Nordwinde, welche über einen großen Theil der faſt immer in Bewegung ſtehenden See ſtreichen, merklich verbeſſert wird.

Abhandlung über die Eigenſchaften der Luft, und der übrigen beſtändig elaſtiſchen Materien, von Tiberius Cavallo, aus dem Engliſchen. Leipzig, 1783. 8.

Geſchichte der Luftgüteprüfungslehre, kritiſch bearbeitet von J. A. Scherer, Wien 1785. 8.

Experiment, ſ. Verſuch.

Experimentalphyſik, Phyſica experimentalis, *Phyſique experimentale.* Man pflegt dieſen Namen demjenigen Theile der Naturlehre beyzulegen, in welchem die Eigenſchaften und Wirkungen der Körper aus Erfahrungen, hauptſächlich aus angeſtellten Verſuchen, hergeleitet werden. Da aber alles, was wir von den Körpern wiſſen, auf Erfahrungen beruht, ſo ſieht man wohl, daß eigentlich

die wahre und richtige Naturlehre ganz in Experimentalphyſik beſtehe.

Inzwiſchen erfordert doch der Vortrag der Wiſſenſchaft, beſonders auf Akademien, eine Abſonderung der Verſuche ſelbſt, und der Erklärung deſſen, was ſich aus denſelben durch Rechnungen, Schlüſſe, Vergleichungen, Muthmaßungen u. ſ. w. herleiten läßt. Beydes läßt ſich in den Vorleſungen nicht wohl vereinigen, weil die Einſchiebung der Verſuche in dem Vortrage theils den Zuſammenhang zu oft unterbrechen, theils aber auch die nöthige Zubereitung zu den Verſuchen unmöglich oder doch höchſt beſchwerlich machen würde. Daher iſt es bey dem Vortrage der Naturlehre nicht ungewöhnlich, die **Experimentalphyſik** von der ſogenannten **dogmatiſchen** oder **theoretiſchen Phyſik** (Phyſica dogmatica, rationali, theoretica) zu unterſcheiden, obgleich bey einem zweckmäßigen Studium der Naturwiſſenſchaften, und bey allen Bemühungen eines Naturforſchers überhaupt, beyde unzertrennlich verbunden bleiben müſſen, da die Erfahrung nicht allein den Grund aller Berechnungen und Schlüſſe ausmachen, ſondern auch für alle daraus gefundene Reſultate wiederum zur Probe dienen muß. Auch würde eine dogmatiſche Phyſik ohne Erfahrungen nichts, als leere Träume, und eine Experimentalphyſik ohne alle Schlüſſe lauter unfruchtbare Spielereyen enthalten.

Es ſind daher die dogmatiſche und die Experimentalphyſik keine eignen und abgeſonderten Theile der Naturlehre; ſie unterſcheiden ſich vielmehr nur in Abſicht auf Methode und Vortrag. Bey der dogmatiſchen ſetzt man die Reſultate der Verſuche als bekannt voraus, oder begnügt ſich damit, ſie hiſtoriſch anzuführen; bey der Eperimentalphyſik hingegen macht man die Kenntniß und Behandlung der Werkzeuge nebſt der Anſtellung der Verſuche ſelbſt zur Hauptabſicht, und bleibt bey den unmittelbaren Folgen und Reſultaten derſelben ſtehen. Die beſten und vollſtändigſten Lehrbücher ſind freylich diejenigen, die im gehörigen Verhältniſſe und in einer bequemen Ordnung beydes verbinden.

Der Urſprung dieſer Abſonderung fällt allerdings erſt in die Zeit, ſeit welcher man in der Naturlehre den Weg der bloßen Speculation verlaſſen, und die Erfahrungen mehr, als ehedem, zu Rathe gezogen hat. **Johann Chriſtoph Sturm**, Profeſſor der Mathematik zu Altorf, deſſen Verdienſte um die Experimentalphyſik ſehr groß ſind, war, ſo viel mir bekannt iſt, der erſte, welcher Vorleſungen über die Verſuche (*Jo. Chph. Sturmii* Collegium experimentale ſ. curioſum. Norimb. 1676. To. II. 4.) von der theoretiſchen Phyſik (Ej. Phyſica electiva ſ. hypothetica. Norimb. 1697. T. II. 4.) trennte. Dieſem Beyſpiele folgte **Wolff**, deſſen vortrefliche Experimentalphyſik (Nützliche Verſuche zu genauer Kenntniß der Natur und Kunſt, Halle, 1721—1723. III. Th. 8.) die Materialien enthält, aus welchen er hernach ſein weniger ſchätzbares Gebäude der dogmatiſchen Phyſik (Vernünftige Gedanken von den Wirkungen der Natur, Halle, 1723. 8. und: Vernünftige Gedanken von den Abſichten der natürlichen Dinge, Halle 1724. 8.) aufgeführet hat. Je mehr ſich ſeitdem die Verſuche, Werkzeuge und Entdeckungen vervielfältigten, deſto mehr wurden die Verfaſſer der phyſikaliſchen Lehrbücher genöthiget, Beſchreibungen davon in ihre Schriften aufzunehmen, denen ſie daher oft den Titel einer Experimentalphyſik gaben, obgleich auch außer den Verſuchen theoretiſche Lehren darinn abgehandelt werden. Dahin gehören die Lehrbücher des **Deſaguliers** (Courſe of experimental philoſophy. Lond. 1717. 4. und in zween Bänden Lond. 1745. 4.), **s' Graveſande** (Phyſices elementa mathematica experimentis confirmata. Lugd. Bat. 1719. 4. und in zween Bänden Lugd. Bat. 1742. gr. 4.), **Teichmayer** (Elementa philoſophiae naturalis experimentalis. Jenae, 1733. 4.) und neuerlich **Kratzenſteins** (Vorleſungen über die Experimentalphyſik; 6te vermehrte Auflage, Kopenhagen, 1787. gr. 8.). Ganz vorzügliche Rückſicht auf die Werkzeuge und Verſuche nehmen **Nollet** (Leçons de phyſique experimentale. à Paris, 1743 u. f. To. I—VI. gr. 12. **Nollets** Vorleſungen über die Eperimentalnaturlehre, Erfurt 1749-1764. VI. Theile, 8.) und **Sigaud**

de la Fond (Leçons de phyſique experimentale. à Paris, 1767. 12mo. Anweiſung zur Experimentalphyſik aus d. Frz. des Hrn **Sigaud de la Fond** überſ. Dresden, 1774. II. Th. gr. 8.) Nach Sturms und Wolfs Beyſpiele hat auch Herr Profeſſor **Titius** beyde Theile der Phyſik beſonders bearbeitet (Phyſicae dogmaticae elementa. Viteb. 1774. 8. Phyſicae experimentalis elementa. Lipſ. 1782. 8.) Einige Schriften, welche die Werkzeuge und Verſuche ganz allein angehen, werde ich bey dem Worte: **Verſuche** anführen.

Exploſion, Exploſio, *Exploſion.* Eine plötzliche und gewaltſame Ausdehnung einer elaſtiſchen flüßigen Materie, welche nach allen Richtungen wirkt, die Hinderniſſe, die ſie einſchließen, an den ſchwächſten Orten durchbricht, und gemeiniglich mit einem Knalle begleitet iſt.

Das Schießpulver, Knallpulver, Knallgold u. dgl. erzeugen bey ihrer Entzündung oder Erhitzung plötzlich eine große Menge elaſtiſcher Materien, welche ſich gewaltſam auszudehnen ſtreben. Sind dieſe Materien noch überdies eingeſchloſſen, ſo treiben die erzeugten elaſtiſchen Flüßigkeiten die Pfropfe, welche ſie einſchließen, mit ungemeiner Kraft fort, oder zerſprengen die Körper, in denen ſie enthalten ſind. Von dieſen Exploſionen hängen die heftigen Wirkungen des Feuergewehrs, der Minen und der Bomben ab.

Die Dämpfe, in welche das Waſſer durch die Hitze verwandelt wird, ſind in hohem Grade elaſtiſch, ſ. **Dämpfe.** Wenn man daher Waſſer in einem verſtopften oder verſchloßnen Gefäße erhitzet, ſo üben dieſe Dämpfe gegen die Wände des Gefäßes, oder gegen den Pfropf, der es verſchließt, eine überaus große Gewalt aus. Sie treiben endlich den Pfropf mit einer heftigen Exploſion heraus, oder zerſprengen auch das Gefäß ſelbſt, wenn es nicht überall eine genugſame Feſtigkeit hat.

Stark verdichtete Luft, z. B. in einer Windbüchſe, explodirt, ſo bald man ihr eine Oefnung oder einen Ort verſtattet, wo die Hinderniſſe ſchwächer, als an den übri-

gen, ſind; ſie zerſprengt auch wohl das Gefäß, worinn man ſie comprimirt hat, wenn es nicht feſt genug iſt.

Wenn ein geladner elektriſcher Körper (ſ. **Flaſche, geladne**) durch eine leitende Verbindung beyder Seiten entladen wird, und ein elektriſcher Schlag entſteht, ſo geſchehen an den Stellen, wo die Verbindung unterbrochen iſt, und die Elektricität durch ein Mittel, das ſie nicht ſo leicht durchdringen kan, hindurchbrechen muß, **elektriſche Exploſionen.** Man ſieht dabey die Urſache der Elektricität als eine ſehr elaſtiſche flüßige Materie an, die ſich in ſolchen Fällen nach allen Richtungen zu verbreiten ſtrebt, und alſo die Hinderniſſe, die ihr im Wege ſtehen, erſchüttert und zerſchmettert, wovon auch die Verſuche Spuren zeigen. Auch der Blitz wirkt auf dieſe Art, wenn er in ſeiner Leitung Unterbrechungen antrift, ſ. **Blitz.**

Da bey der gewöhnlichen Art, Verſuche anzuſtellen, immer Unterbrechungen in der leitenden Verbindung bleiben, weil der Schlag wenigſtens durch einen Theil Luft durchbrechen muß, ſo nennt man oft den elektriſchen Schlag ſelbſt eine **Exploſion.**

Brennbare Luft mit gemeiner oder dephlogiſtiſirter vermiſcht, entzündet ſich an der Lichtflamme, und verurſacht dadurch eine Exploſion mit einem ſehr lauten Knalle, ſ. **Gas, brennbares.**

F.

Fadendreyeck, ſ. **Culmination.**

Fadenkreuz im Fernrohre, ſ. **Fernrohr.**

Fadenmikrometer, ſ. **Mikrometer.**

Fäulniß, Putredo, Putrefactio, *Putrefaction.* Die letzte Stufe der Gährung vegetabiliſcher und thieriſcher Subſtanzen, wodurch eine Zerſetzung und völlige Veränderung ihrer Beſtandtheile erfolgt, ſ. **Gährung.** Die meiſten Stoffe des Pflanzenreichs gehen vor ihrer Fäulniß erſt durch die geiſtige und ſaure Gährung; viele, beſonders thieriſche Subſtanzen aber faulen ſogleich, ohne die zwo erſten Stu-

ſen der Gährung zu durchlaufen, ob ſich gleich bey den meiſten vorher auf kurze Zeit eine Säurung zeiget.

Wenn die der Fäulniß fähigen Stoffe einer feuchten Wärme ausgeſetzt ſind, ſo zeigt ſich die Fäulung ſehr geſchwind durch Veränderung der Farbe, des Geruchs und Geſchmacks, bey durchſichtigen Flüßigkeiten auch durch das Trübwerden. Mit dem Fortgange der Fäulniß wird der Geruch immer ekelhafter und erhält zuletzt das Stechende, welches von dem beym Faulen entbundenen flüchtigen Alkali herrühret, und das man ſo oft in den heimlichen Gemächern bey Veränderungen der Witterung bemerkt.

Die Fäulniß zerſtört den ganzen organiſchen Bau der Pflanzen und thieriſchen Körper, und verwandelt ſie in flüchtiges Alkali, ſtinkendes Oel und Erde, welches die einzigen Materien ſind, die man durch die Deſtillation aus verfaulten Subſtanzen erhält. Durch dieſe Operation zerſtört die Natur von ſelbſt ihr eignes Werk, ſobald Pflanzen und Thiere zu leben aufhören; aber ſie läſt die zertrennten Beſtandtheile wiederum in den Bau neuer Köroer übergehen, und erhält ſich durch dieſen Kreislauf immer in einer ununterbrochnen Thätigkeit.

Die Fäulniß reizt viele Inſekten, ihre Eyer in die faulenden Körper zu legen, welche darinn ausgebrütet werden; daher man faſt überall beym Faulen Maden und Würmer findet. Man hat oft geglaubt, die Fäulniß ſelbſt erzeuge Thierchen, oder komme von ihnen her, welches letztere **Kircher** und **Linne´** (Amoen. acad. To. V. p. 94.) behauptet haben. Aber **William Alexander** (Mediciniſche Verſuche, a. d. Engl. Leipzig, 1773. 8. S. 246. u. f.) hat dieſe Meinung durch ſorgfältig angeſtellte Beobachtungen vollkommen widerlegt. **Macbride** (Verſuche, a. d. Engl. Zürich, 1766. 8.) hat die Entweichung der fixen Luft für die Urſache der Fäulniß halten wollen. Andere haben ſie in der atmoſphäriſchen Luft geſucht, die doch nur eine gelegentliche Urſache und ohne feuchte Wärme unwirkſam iſt, auch abgeſchnitten werden kan, ohne darum die Fäulniß zu hindern. Die Urſache der Fäulniß iſt alſo noch für uns ein Geheimniß: wahrſcheinlich liegt ſie in einer beſondern Art

der Anziehung unter den Beſtandtheilen vegetabiliſcher und thieriſcher Körper, welche nur bey einem gewiſſen Grade der Wärme und Feuchtigkeit wirkſam wird.

Alle thieriſche Subſtanzen ſind der Fäulniß näher, und dazu geneigter, als die vegetabiliſchen. Daher haben einige große Aerzte und Chymiker, z. B. **Boerhave** und **Macquer**, vermuthet, daß der Uebergang der vegetabiliſchen Subſtanzen und Nahrungsmittel in thieriſche durch eine Art von unvollkommner Fäulniß geſchehe. Ueberhaupt würde eine befriedigende Erklärung der Fäulniß den Schlüſſel zu ſehr wichtigen Geheimniſſen der Natur abgeben.

Fäulnißwidrig (antiſeptica) ſind alle Subſtanzen, die ſelbſt keiner Fäulniß fähig ſind, oder die Beförderungsmittel der Fäulniß entkräften, d. h. kühlen und trocknen. Daher verhindern die trocknenden Erden, Sand, Kalk, Kälte, Säuren, Alkalien, Mittelſalze, Weingeiſt, weſentliche und empyrevmatiſche Oele, Balſame, Harze, Gewürze, bittere und zuſammenziehende Mittel, Rauch u. ſ. w. das Faulen. Auch die fixe Luft oder Luftſäure widerſteht der Fäulniß. **Pringle** (Philoſ. Trans. no. 495 und 496. und Hamburg. Magazin B. X. S. 300 u. f.), **Macbride**, **Crell** (Philoſ. Trans. Vol. LXI. P. I. und chemiſches Journal, Th. I. S. 158. u. f.), **Buchholz** (Chymiſche Verſuche über einige der neuſten einheimiſchen antiſeptiſchen Subſtanzen, Weimar, 1776. 8.), auch **Shaw** (Chemical Lectures, franz. überſetzt unter dem Titel: Eſſai pour ſervir à l'hiſtoire de la putrefaction. à Paris, 1766. gr. 8.) haben über die fäulnißwidrigen Mittel und die Geſchichte der Fäulniß überhaupt ſchätzbare Verſuche bekannt gemacht.

Die Luft, in welcher Körper faulen, wird dadurch in einem hohen Grade phlogiſtiret, und in dieſer Rückſicht hat das Faulen mit der Verbrennung eine gewiſſe Aehnlichkeit, ſ. **Gas, phlogiſtiſirtes**. Auch ſcheint die Erzeugung der Salpeterſäure die Wirkung einer bis zur letzten Stufe gekommenen Fäulniß zu ſeyn.

Macquer chym. Wörterbuch mit Hrn. **Leonhardi** Anm. Art. Fäulniß.

Fahrenheitiſches Thermometer, ſ. **Thermometer**

Fall der Körper, Deſcenſus ſ. lapſus corporum gravium, *Chûte des corps graves.* Die Bewegung der Körper durch ihre Schwere. Die Schwere treibt jeden auf der Erdfläche befindlichen Körper nach einer auf dieſe Fläche lothrechten Richtung. Wird dieſes Beſtreben durch ein Hinderniß aufgehoben, ſo entſteht blos **Druck**; kan es frey wirken, ſo erzeugt es wirkliche Bewegung oder **Fall** nach der Richtung der Schwere; wird es zum Theil gehindert, und kan nur zum Theil wirken, ſo entſtehen Druck und Fall zugleich. Die Kugel, auf der Hand getragen, **drückt** die Hand; frey gelaſſen **fällt** ſie lothrecht herab; auf einer ſchiefen Fläche rollt ſie ſchief herab, und drückt zugleich die Fläche mit einem Theile ihres Gewichts.

Man kan die Betrachtung des Falls der Körper ſo abtheilen, daß zuerſt der **freye Fall** (deſcenſus liber), und dann der Fall **auf vorgeſchriebenen Wegen** (deſcenſus non liber) unterſucht wird.

Freyer Fall der Körper.

Die Geſetze des freyen Falles der Körper ſind folgende:

I. **An eben demſelben Orte der Erde fallen alle Körper,** große und kleine, ſchwere und leichte, **mit einerley Geſchwindigkeit.** Der Centner fällt in gleicher Zeit eben ſo tief, als das Quentchen. Denn man wird ohne Zweifel zugeben, daß hundert gleich große und gleich ſchwere Steine, einer ſo geſchwind, als der andere fallen, und daß es hiebey keinen Unterſchied macht, ob ſie einander berühren oder nicht, ob ſie unter einander zuſammenhängen oder nicht. Wenn alſo 99 davon zuſammenhängen, oder einen einzigen ausmachen, ſo wird dieſer große Stein darum nicht geſchwinder fallen, als der einzelne hundertſte, ob jener gleich 99mal ſchwerer, als dieſer, iſt, ſ. **Kraft, beſchleunigende.** Daß aber bey wirklicher Anſtellung des Verſuchs im luftvollen Raume, leichtere Körper langſamer fallen, als ſchwere, iſt blos eine Wirkung des Widerſtandes der Luft, und gehört nicht zur Betrachtung des freyen Falles an ſich.

Aber die Worte: **an eben demſelben Orte der Erde**, ſind ein ſehr nothwendiger Zuſatz. Unter dem Aequator fallen alle Körper langſamer, und unter den Polen der Erde ſchneller, als in unſern Gegenden, weil dort die Schwere eines jeden Theils der Materie geringer oder größer, als hier iſt.

II. **Der Fall der Körper iſt eine gleichförmig beſchleunigte Bewegung.** Dies lehrt nicht allein die Erfahrung, ſondern es läſt ſich auch daraus ſchon vermuthen, weil die Schwere, als eine abſolute Kraft, in alle Körper, ruhende und bewegte, unaufhörlich und immer gleich ſtark wirket, folglich in jedem Zeittheile der ſchon erlangten Geſchwindigkeit immer gleiche Zuſätze nach einerley Richtung beyfügt. Dies iſt aber die Entſtehungsart der gleichförmig beſchleunigten Bewegung, ſ. **Beſchleunigung.**

Mithin gelten von dem freyen Falle der Körper alle Geſetze der gleichförmig beſchleunigten Bewegung, die bey dem Worte: **Bewegung gleichförmig beſchleunigte,** erwieſen worden ſind. Die Geſchwindigkeit an jeder Stelle verhält ſich, wie die vom Anfange des Falls verfloſſene Zeit; **die zurückgelegten Räume verhalten ſich, wie die Quadratzahlen der Zeiten,** ingleichen, wie die Quadratzahlen der Geſchwindigkeiten; die Theile des Raums, die in einer Secunde nach der andern durchlaufen werden, wachſen wie die ungeraden Zahlen, 1, 3, 5, 7 u.ſ.f.; und der Körper fällt in einer gegebnen Zeit nur halb ſo tief, als ihn in eben der Zeit ſeine zuletzt erlangte Geſchwindigkeit führen würde. Kurz, es iſt in den beym Worte: **Bewegung,** feſtgeſetzten Bezeichnungen und Einheiten

$$s = g t^2 \text{ und } v = 2 g t,$$

wo s den Raum, t die Zeit, v die zuletzt erhaltene Geſchwindigkeit, g den in der erſten Secunde zurückgelegten Raum, oder die Hälfte der in 1 Secunde erhaltenen Geſchwindigkeit bedeutet.

III. **In der erſten Secunde fallen die ſchweren Körper bey uns, durch 15, 625 rheinländiſche Fuß.** Man kan alſo g in Tauſendtheilen des rheinl. Fußes ausgedrückt, = 15625 ſetzen. Bey Rechnungen, die keine große

Schärfe erfordern, kan man es = 15 par. Fuß (eigentlich 15,0957) annehmen. So fallen die Körper nach II. in der zwoten Secunde 3×15 oder 45, in der dritten 5×15 oder 75, in der vierten 7×15 oder 105 Fuß; und in vier Secunden zuſammen durch 16×15 oder 240 Fuß. **Dechales** (Mund. mathem. To. II.) gab zwar ſeinen Verſuchen gemäß g=16½ Schuh an; allein die hier angeführte Beſtimmung, welche **Huygens** aus Verſuchen mit dem Pendel gezogen hat, iſt weit genauer und richtiger, ſ. **Pendel.**

Geſchichte dieſer Geſetze.

Von den Zeiten des **Ariſtoteles** an bis an das Ende des ſechszehnten Jahrhunderts hat man ſich von den Geſetzen der Bewegung überhaupt die ſonderbarſten und irrigſten Vorſtellungen gemacht. Die Peripatetiker glaubten, die Geſchwindigkeit des Falles verhalte ſich, wie das Gewicht der Körper, und der zehnmal ſchwerere falle zehnmal ſchneller, als der leichtere. Dies war eine ſehr falſche Anwendung des metaphyſiſchen Grundſatzes, daß ſich die Wirkung, wie ihre Urſache, verhalte. Man vergaß dabey, daß das zehnmal größere Gewicht die Bewegung, die es erzeugt, auch einer zehnmal größern Maſſe mitzutheilen hat, und daß bey dieſer Vertheilung auf jeden Theil der Maſſe nicht mehr Geſchwindigkeit kömmt, als er durch ſein Gewicht allein, und ohne Verbindung mit den übrigen, ebenfalls würde erhalten haben. Es iſt das eben ſo viel, als ob man ſich einbilden wollte, zehn gleich geſchickte Läufer könnten zuſammen einen Weg ſchneller zurücklegen, als einer von ihnen allein.

Dieſen Irrthum der ariſtoteliſchen Phyſik nahm der große **Galilei** ſchon zu der Zeit wahr, als er noch zu Piſa die Philoſophie ſtudirte. Er vertheidigte damals die richtigere Meinung in den gewöhnlichen Diſputirübungen gegen ſeine Lehrer. Kaum aber war er ſelbſt zum Lehrer auf dieſer hohen Schule ernannt, als er ſich öffentlich gegen dieſen und viele andere Sätze der peripatetiſchen Phyſik erklärte. Er ließ von der Kuppel der daſigen Kirche Körper von ſehr ungleichem Gewicht herabfallen, die doch den Boden

faſt zu gleicher Zeit erreichten, wenn nur ihre Materien nicht allzuſehr an Dichtigkeit verſchieden waren. Dieſe Verſuche machten großes Aufſehen, und zogen ihrem Urheber ſo viel Feinde zu, daß er ſich bewogen fand, Piſa zu verlaſſen und die ihm angetragne Lehrſtelle in Padua anzunehmen. In der Folge hat er dieſen Satz unter andern auch durch den Verſuch mit zwey Pendeln von gleicher Länge erwieſen, welche ihre Schwingungen mit einerley Geſchwindigkeit verrichten, ob ſie gleich mit verſchiedenen Gewichten beſchweret ſind.

Eben ſo unrichtig waren die ehemaligen Vorſtellungen von der Beſchleunigung des Falles. Man hatte dieſes Phänomen aus mancherley Urſachen hergeleitet, und nach mancherley Geſetzen erfolgen laſſen. Die Peripatetiker ſahen die Schwere als eine verborgene Qualität an, ſchrieben allen Körpern ein inneres Beſtreben nach dem Mittelpunkte zu, und glaubten, ſie eilten deſto ſchneller nach demſelben, je näher ſie ihm kämen. Einige unter ihnen nahmen die Luft zu Hülfe, welche durch ihr Zuſammenfahren hinter dem fallenden Körper denſelben nach Art eines Keils fortſtoßen, und dadurch ſeine Bewegung von Zeit zu Zeit beſchleunigen ſollte. Dieſer Urſache hatte **Ariſtoteles** ſelbſt die Fortdauer aller Bewegungen zugeſchrieben. Noch andere erklärten den Fall aus dem Drucke der Luft, und die Beſchleunigung daraus, daß der Körper von deſto höhern Luftſäulen gedrückt werde, je tiefer er herabkomme, oder daß die Luftſäulen lauter nach dem Mittelpunkte convergirende Linien wären, daher der Mittelpunkt den ganzen Druck der flüßigen Maſſe zu tragen habe, und ein Körper deſto ſtärker gedrückt werde, je näher er dem Mittelpunkte komme.

Was die Geſetze der Beſchleunigung betrift, ſo war es die gemeine Meinung, daß die Geſchwindigkeit in dem Verhältniſſe des zurückgelegten Raumes zunehme; daß nemlich der Körper, wenn er durch vier Fuß gefallen ſey, viermal ſo viel Geſchwindigkeit erlangt habe, als am Ende des erſten Fußes — eine Meinung, die auf den erſten Blick ganz einfach, und natürlich ſcheint, in der That aber etwas Un=

mögliches und Widerſprechendes enthält. Andere glaubten, die in gleichen Zeiten durchlaufenen Räume nähmen zu, wie die Segmente einer durch den ſogenannten güldnen Schnitt (media et extrema ratione, ſectione aurea ſ. divina) getheilten Linie, d. h. ſo, daß ſich das kleinere Segment zum größern, wie dieſes zur ganzen Linie, oder zur Summe von beyden, verhielte: oder daß der Raum des Falls in der erſten Secunde ſich zum Raume in der zwoten verhielte, wie dieſer zum ganzen Raume in zwo Secunden u. ſ. f. Dieſe leere Einbildung gründete ſich blos auf die chimäriſchen Vollkommenheiten, die man dieſer Art von Theilung der Linien beylegte, von welcher einige Geometer eigne Bücher geſchrieben haben.

Galilei hingegen kam auf den glücklichen und richtigen Gedanken, daß die Geſchwindigkeit beym Falle im Verhältniſſe der verfloßnen **Zeit** zunehmen müſſe. Ohne Zweifel ward er hierauf durch Nachdenken geleitet. Da die Körper von der Schwere nie verlaſſen werden, und alſo in jedem Zeittheile einen neuen Eindruck von derſelben erhalten, der ſich mit der Wirkung der vorigen verbindet, ſo folgert man hieraus bald, daß die Geſchwindigkeit, welche die Schwere mittheilt, im erſten Zeittheile einfach, im zweyten doppelt, im dritten dreyfach u. ſ. f. ſey, daß ſie ſich alſo überhaupt, wie die vom Anfange des Falls verfloßne Zeit verhalten werde. Inzwiſchen wählte **Galilei** beym Vortrage der Sache einen andern Weg. Er nimmt den Satz anfänglich blos als Hypotheſe an, unterſucht dann geometriſch, was für Geſetze des Falls der Körper daraus folgen, zeigt nun aus Erfahrungen, daß dieſe Geſetze wirklich beym Falle ſtatt finden, und ſchließt endlich daraus, daß der angenommene Satz nicht blos Hypotheſe, ſondern ein wirkliches Naturgeſetz ſey.

So trägt **Galilei** dieſe von ihm ſchon um das Jahr 1602 erfundenen Wahrheiten in ſeinen Geſprächen über die Bewegung vor, (Diſcorſi e dimoſtrazione matematiche intorno a due nuove ſcienze attenenti alla Mecanica ed i muovimenti locali, Leid, 1638. 4. und in den Opere di Galileo Galilei. Firenze, 1718, To. I. III. gr. 4. To. II. p.

479.) Er bedient ſich bey der geometriſchen Unterſuchung der Geſetze, die aus ſeiner Vorausſetzung folgen, der Methode des Untheilbaren, faſt eben ſo, wie bey dem Worte; **Bewegung, gleichförmige, gleichförmig beſchleunigte**, aus Muſſchenbroek angeführt worden iſt, leitet daraus die Geſetze für den Fall auf ſchiefen Flächen her, und erzählt alsdann zur Beſtätigung derſelben ſeine auf einer ſchiefen Fläche angeſtellten Verſuche, aus welchen er noch eine Menge nützlicher und merkwürdiger Sätze herleitet.

Dieſe Theorie des **Galilei** fand, wie man leicht denken kan, anfänglich viele Widerſprüche, ob ſie gleich auch von dem berühmten **Torricelli** (De motu gravium naturaliter deſcendentium et projectorum, libri duo. Florent. 1641. 4.) mit der möglichſten geometriſchen Eleganz vorgetragen ward. Unbegreiflich aber iſt es, wie **Baliani**, einer der beſten Geometer und Phyſiker der damaligen Zeit (De motu naturali gravium fluidorum ac ſolidorum, Genuae 1646. 4.), der ſelbſt des Galilei Theorie vorträgt und ſchön beweiſet, dennoch ſagen konnte, es ſey möglich, daß ſich die Geſchwindigkeiten des Falles, wie die zurückgelegten **Räume**, verhielten. Dieſe Aeußerung eines ſo guten Mathematikers war den Peripatetikern ſehr willkommen; ſie legten ſogar dieſem ſehr alten Satze den Namen der **Hypotheſe des Baliani** bey.

Dieſe Hypotheſe hat allerdings etwas ſcheinbares, und Galilei geſtehet ſelbſt, daß er ſich eine Zeit lang nicht von ihr habe losreißen können. Endlich drang doch ſein Scharfſinn hindurch, und er widerlegt ſie ſchon in ſeinen Geſprächen auf eine ſinnreiche Art, indem er zeigt, daß ſie bey der Anwendung auf den Fall der Körper mit ſich ſelbſt ſtreite, weil aus ihr folgen würde, daß der Körper durch vier Fuß in eben der Zeit falle, in welcher er durch einen Fuß fällt. **Blondel** (Anciens mém. de l'Acad. des Sc. à Paris, To. VIII.) hat zwar in dieſen Schlüſſen des Galilei einen Paralogismus finden wollen; allein ſie ſind ſehr richtig, und von **Gaſſendi** durch eine ſtrenge geometriſche Prüfung vertheidiget worden. Um das Widerſprechende der Balianiſchen Hypotheſe in der möglichſten Kürze zu überſehen, darf man

ſie nur mit der beym Worte: **Bewegung, gleichförmige**, beygebrachten Formel $ds = vdt$ vergleichen, welche für alle Bewegungen gilt. Wenn ſich nach Baliani v wie s verhielte, oder $v = ms$ wäre (wo m blos eine beſtändige Größe, oder den unveränderlichen Exponenten eines Verhältniſſes bedeutet), ſo wäre die Formel $ds = msdt$, mithin

$$\frac{ds}{s} = mdt$$

welches ſo integrirt, daß $s = 0$ für $t = 0$, oder daß der Körper als aus der Ruhe fallend betrachtet wird,

$$t = \infty + \frac{\text{log. nat. s.}}{m}$$

d. h. für jeden durchlaufenen Raum die Zeit unendlich groß giebt. Mithin würde der Körper nach dieſem Geſetze auch den kleinſten Raum erſt in unendlich langer Zeit, d. i. niemals, durchlaufen, d. i. es wäre gar kein Fall der Körper möglich. Inzwiſchen haben ſich doch noch lange nachher Vertheidiger der Hypotheſe des Baliani gefunden. Der eifrigſte darunter war der P. **Caſree**, deſſen übel angeſtellte Verſuche und Fehlſchlüſſe von **Gaſſendi** und **Fermat** widerlegt worden ſind.

Riccioli (Almageſtum novum L. II. C. 21. prop. 4.) und **Grimaldi** ſuchten die Wahrheit der galileiſchen Sätze durch Verſuche zu erweiſen, welche, wie es ſcheint, mit vieler Sorgfalt angeſtellt worden ſind. Sie bedienten ſich zum Zeitmaaße eines Pendels, deſſen Schwingungen nur $\frac{1}{6}$ Sec. dauerten. Sie ließen von verſchiedenen genau abgemeſſenen Höhen Kugeln von Kreide, welche 8 Unzen wogen, herabfallen, und fanden durch wiederholte Verſuche, daß dieſelben in Zeiträumen von 5, 10, 15, 20, 25 Schwingungen, durch Räume von 10, 40, 90, 160, 250 römiſchen Schuhen, und in Zeiten von 6, 12, 18, 24, 26 Schwingungen, durch Räume von 15, 60, 135, 240, 280 Schuhen fielen. Dies ſtimmt zwar mit der Theorie aufs vollkommenſte überein; allein Verſuche dieſer Art ſind nie zuverläßig; man kan nicht ſicher ſeyn, ob der Augenblick, da der Körper den Bo-

den berührt, genau mit dem Ende einer Vibration zuſammen treffe, und die Geſchwindigkeit des Falls iſt ſo groß, daß in einem ſehr kleinen Theile einer Schwingung ein beträchtlicher Raum durchlaufen werden kan. Auch haben andere Beobachter die Uebereinſtimmung der Verſuche mit der Theorie nicht ſo vollkommen gefunden. **Dechales** (Mundus Mathem. To. II. Statica L. II. prop. 1.) maß die Räume des Falles während der Schwingungen eines Pendels, das halbe Secunden ſchlug, und fand den Fall von kleinen Kieſelſteinen in Zeiträumen von 1, 2, 3, 4, 5, 6 Schwingungen, $4\frac{1}{4}$, $16\frac{1}{2}$, 36, 60, 90, 123 Schuh, ſtatt daß er nach den galileiſchen Sätzen $4\frac{1}{4}$, 17, $38\frac{1}{4}$, 65, $106\frac{1}{4}$, 153 Schuh betragen ſollte. Er bemerkt aber ſehr richtig, daß dieſe Abweichung dem Widerſtande der Luft zuzuſchreiben ſey: ſie würde ohne Zweifel weniger betragen haben, wenn er anſtatt der kleinen Kieſelſteine Bleykugeln gebraucht hätte.

Da es aus den angegebnen Urſachen nicht möglich iſt, die Theorie durch Verſuche mit lothrecht fallenden Körpern genau zu prüfen, ſo haben ſie die Phyſiker durch mancherley andere Verſuche beſtätiget. Die ſtärkſte Ueberzeugung gewähren die Pendel, ſ. **Pendel**. Es folgt aus der Hypotheſe des Galilei, und aus dieſer allein, daß ſich die Anzahl der Schwingungen, welche ungleich lange Pendel in gleichen Zeiten machen, umgekehrt, wie die Quadratzahl der Länge der Pendel, verhalten müſſe, wenn nur die Schwingungen ſehr klein ſind. Eben dies zeigen aber auch die Verſuche mit der gröſten Genauigkeit.

Eine andere ſehr ſinnreiche Probe hat der **P. Sebaſtien** (Mém. de l'Acad. des Sc. ann. 1699.) angegeben. Auf der Fläche des paraboliſchen Conoids ABD (Taf. VIII. Fig. 12.), welches durch die Umdrehung der Parabel ADC um ihre Axe AC entſtanden iſt, werde ein ſpiralförmiger Gang EFGHIB ausgehölet, welcher an allen Stellen einerley Winkel mit dem Horizonte macht; ſo läſt ſich erweiſen, daß nach der galileiſchen Theorie ein Körper, der in dieſem Gange herabrollt, alle Umgänge der Spirale in gleichen Zeiten zurücklegen muß. Dies zeigt aber auch die Er-

ſahrung. Wenn man eine kleine Kugel von E auslaufen läſt, und wenn dieſe in G iſt, in E eine zweyte nachſchickt, hierauf, wenn dieſe in G iſt, in E eine dritte ꝛc. nachfolgen läſt, ſo bleiben alle dieſe Kugeln ſtets gerade über einander, ſo hoch auch der ganze Körper ſeyn mag. **Varignon** (Mém. de l'Acad. 1702.) zeigt im Allgemeinen, daß ein Körper, der dieſe Eigenſchaft haben ſoll, aus der Umdrehung einer Curve entſtehen müſſe, in der ſich die Abſciſſen und Ordinaten, wie die Räume und Geſchwindigkeiten beym Falle verhalten. Bey der Parabel verhalten ſich die Abſciſſen, wie die Quadrate der Ordinaten; da alſo bey dem von ihr erzeugten Körper der Verſuch zutrift, ſo müſſen ſich die Räume beym Falle, wie die Quadrate der Geſchwindigkeiten verhalten, welches Galilei's Geſetz iſt. Wäre Baliani's Hypotheſe die richtige, ſo müſte der Körper ein gewöhnlicher geometriſcher Kegel ſeyn, bey welchem aber der Verſuch gewiß nie zutreffen wird.

Von den Aenderungen, die der Widerſtand der Luft und anderer Mittel in dieſen Geſetzen macht, ſ. d. Art. **Widerſtand.**

Zuſammengehörige Höhen und Geſchwindigkeiten.

Nach den vorgetragenen Geſetzen wird ein Körper, wenn er durch den Raum $s = gt^2$ gefallen iſt, die Geſchwindigkeit $v = 2gt$ erhalten haben, deren Quadrat $v^2 = 4g^2t^2$ oder $= 4gs$ iſt. Daher $v = 2\sqrt{gs}$.

Wäre er alſo durch einen Raum, den wir h nennen wollen, oder von der Höhe h herabgefallen, ſo würde ſeine dadurch erlangte Geſchwindigkeit, welche c heißen mag, $= 2\sqrt{gh}$ ſeyn.

$$c^2 = 4gh \text{ und } h = \frac{c^2}{4g}$$

Ex. Ein ſchwerer Körper fällt 10 rheinl. Schuh hoch herab. Dieſe Höhe iſt (in Tauſendtheilen des rheinl. Schuhes ausgedrückt) = 10000. Alſo iſt das Quadrat der Geſchwindigkeit, die er durch dieſen Fall erlangt oder $c^2 = 4.15625.10000$, und die Geſchwindigkeit ſelbſt $= 2.125.100 = 25000$. D. h. ſie iſt ſo groß, daß er mit derſelben in 1 Sec. Zeit durch 25 rheinl. Schuh gehen würde.

Oder: Die Geſchwindigkeit eines Körpers ſoll = 25000 ſeyn. Wie hoch muß er herabfallen, um dieſelbe zu erhalten? Die Antwort iſt: durch $\frac{c^2}{4g}$ oder $\frac{25000.\ 25000}{4.\ 15625}$ = 10000, d. i. durch 10 rheinl. Schuh.

Man nennt die **Höhen des Falles** und die dadurch erlangten **Geſchwindigkeiten** zuſammengehörige. So ſagt man, die Fallhöhe von 10 Schuh **gehöre** der Geſchwindigkeit 25000, und dieſe Geſchwindigkeit **gehöre** jener Höhe **zu**. Einige der vornehmſten Schriftſteller über die höhere Mechanik, z. B. **Euler** (Mechanica, Petrop. 1736. To. I. et II. gr. 4.) und **Käſtner** (Anfangsgründe der höhern Mechanik, Göttingen, 1766. 8.) haben die meiſten mechaniſchen Formeln ſo eingerichtet, daß darinn nicht die Geſchwindigkeiten ſelbſt, ſondern die denſelben zugehörigen Fallhöhen (altitudines celeritatibus debitae) vorkommen. **Euler** aber hat in der nachher herausgegebnen Mechanik der feſten Körper (Theoria motus corporum ſolidorum ſ. rigidorum Roſtoch. et Gryphiswald. 1765. 4.) die Formeln wieder ſo eingerichtet, daß darinn die Geſchwindigkeiten ſelbſt vorkommen, die er eben ſo, wie hier geſchehen iſt, durch die Räume ausdrückt, welche mit ihnen in der Zeit 1 gleichförmig zurückgelegt werden.

Fall auf vorgeſchriebenen Wegen.

Wenn ein ſchwerer Körper auf einer glatten Unterlage herabrollet und alle Hinderniſſe der Bewegung, z. B Reiben, Widerſtand der Mittel u. dgl. außer Betrachtung gelaſſen werden, ſo kan nur ein Theil der Schwere auf ſeine **Bewegung** wirken, der übrige Theil bewirkt **Druck** gegen die Unterlage. Auch kan der Fall ſelbſt nicht lothrecht geſchehen; die Unterlage nöthigt den Körper auf ihr zu bleiben, und ſchreibt ihm gleichſam den Weg vor, den er nehmen muß.

Es ſey AMB Taf. VIII. Fig. 13. ein lothrechter Durchſchnitt einer ſolchen Unterlage, auf welcher ein Körper aus A herabfällt. Die Natur der krummen Linie AMB ſey

durch die Gleichung zwiſchen AP = x; und AM = s gegeben, wobey Mp das Differential von x oder = dx, Mm = ds iſt. Der fallende Körper lange in M mit der Geſchwindigkeit v an. Wenn ihn nun ſeine Schwere, die wir als beſchleunigende Kraft hier = 1 ſetzen, in M nach MF zu treibt, er aber der Unterlage wegen im nächſten Zeittheile dt keinen andern Weg, als durch Mm = ds nehmen kan, ſo fragt man, was dadurch in ſeiner Geſchwindigkeit geändert werde, und welchen Raum s er in der Zeit t auf dieſe Art durchlaufe, d. h. man ſucht Gleichungen zwiſchen v, s und t.

Die Schwere = 1, welche den Körper nach MF treibt, läſt ſich in die Kräfte MN und NF zerlegen, wovon die erſte MN eine Normalkraft, oder auf die Unterlage, auf den Weg des Körpers ſenkrecht iſt. Dieſe wirkt blos Druck gegen die Unterlage, und ändert nichts in der Bewegung des Körpers. Die zwote aber NF, iſt eine Tangentialkraft, und dem Wege des Körpers an dieſer Stelle, oder dem Elemente Mm, parallel. Dieſe ändert alſo mit ihrer ganzen Stärke des Körpers Geſchwindigkeit. Sie verhält ſich zur Schwere oder zu 1, wie NF : MF, d. i. (wegen der Aehnlichkeit der Dreyecke MFM und pMm) wie pM : Mm oder wie dx : ds. Ihre Größe iſt alſo $= \frac{dx}{ds}$, und ſie bringt in dem Zeittheile dt (in welchem eine jede beſchleunigende Kraft f die Geſchwindigkeit 2gfdt erzeugt, ſ. **Kraft, beſchleunigende**) die Geſchwindigkeit $2g \frac{dx}{ds} dt$ hervor, welches $= \frac{2gdx}{v}$ iſt, weil man bey allen Bewegungen ds = vdt ſetzen kan, ſ. **Bewegung, gleichförmige**. Um ſo viel ändert ſich alſo die Geſchwindigkeit des Körpers an jeder Stelle M durch die Wirkung ſeiner Schwere, oder es iſt

$$dv = \frac{2gdx}{v} \text{ und } 2vdv = 4gdx.$$

woraus durch Integration, weil der Körper von A aus gefallen ſeyn ſoll, alſo für $x=0$ auch $v=0$ wird

$$v^2=4gx \text{ und } v=2\sqrt{gx}$$

folget.

Vergleicht man dieſes mit dem freyen Falle durch AP, durch welchen der Körper eine Geſchwindigkeit $=2\sqrt{g.AP}$ erhält, ſo findet man unſer v oder die Geſchwindigkeit in M, $=2\sqrt{gx}$; jener gleich, weil $AP=x$, d. h. auf was für einem Wege auch ein Körper fallen mag, **ſo iſt ſeine Geſchwindigkeit an jeder Stelle M, derjenigen gleich, welche der Fallhöhe AP, oder der lothrechten Höhe ſeines Falles von A bis M zugehört.**

Wenn man aus der Gleichung für die Linie AMB, x durch s ausdrückt, und dieſen Werth von x in der Formel $2\sqrt{gx}$ ſubſtituiret, ſo erhält man eine Gleichung zwiſchen v und s. Der ſo gefundene Werth von v in die Formel $vdt=ds$ geſetzt, giebt eine Differentialgleichung zwiſchen ds und dt, aus welcher durch Kunſtgriffe der Integralrechnung auch die Gleichung zwiſchen s und t, oder zwiſchen Raum und Zeit gefunden werden kan. Der folgende Abſchnitt giebt hiervon ein Beyſpiel.

Fall auf ſchiefen Ebnen.

Fällt ein Körper auf einer ſchiefen Ebne AMB, Taf. VIII, Fig. 14., welche gegen den Horizont BC unter dem Winkel o geneigt iſt, ſo iſt AMB eine gerade Linie, und die Gleichung zwiſchen AP und AM oder zwiſchen x und s wird

$$AP=\text{ſin } o \times AM \text{ oder } x=s.\,\text{ſin } o.$$

Daher $v=2\sqrt{gs.\,\text{ſin } o}$.

Dies in die Formel $ds=vdt$ geſetzt, giebt $ds=2\sqrt{gs.\,\text{ſin } o}.\,dt$, woraus nach gehörigem Integriren

$$s=g.\,\text{ſin } o.\,t^2,$$

$$\text{alſo } v=2g.\,\text{ſin } o.\,t \text{ wird.}$$

Vergleicht man dies mit den Formeln für den freyen Fall, welche $s=gt^2$ und $v=2gt$ ſind, ſo ſieht man, daß der freye Fall, und der auf der ſchiefen Ebne völlig nach ei-

nerley Geſetzen erfolgen; nur der letztere in dem Maaße langſamer, in welchem der Sinus des Neigungsmittels o geringer iſt. Auch hier verhält ſich v wie t, oder die Geſchwindigkeit, wie die Zeit, s wie t^2, oder die Räume, wie die Quadratzahlen der Zeiten, und mit der zuletzt erlangten Geſchwindigkeit 2 g. ſin o. t würde der Körper in der Zeit t den Raum 2 g. ſin o. t^2, d. i. das doppelte s. zurücklegen. Der Unterſchied iſt nur dieſer, daß wenn z. B. der Winkel $o = 30°$, alſo ſein Sinus $= \frac{1}{2}$ wäre, der Körper in 1 Secunde ſtatt 15 Schuh nur $\frac{1}{2}$. 15 oder $7\frac{1}{2}$, in 2 Secunden ſtatt 60 Schuh nur 30 u. ſ. f. zurücklegen würde.

Hieraus wird es begreiflich, wie **Galilei** die Geſetze des Falles, da er den freyen Fall wegen ſeiner allzugroßen Geſchwindigkeit unzuverläßig fand, durch das langſamere Herabrollen auf einer ſchiefen Ebne prüfen konnte. Er ließ in dieſer Abſicht in einer 12 Ellen langen, eine halbe Elle hohen, und 3 Zoll breiten Pfoſte auf ihrem obern ſchmalen Rande einen 1 Zoll breiten Canal aushölen, den er der Glätte halber mit Pergamen ausfütterte. Dieſe Pfoſte konnte er mit dem einen Ende nach Gefallen eine oder mehrere Ellen über den Horizont erhöhen, und die Zeit bemerken, in der eine glatte meſſingne Kugel entweder durch den ganzen Canal oder durch einen gewiſſen Theil deſſelben herunter lief. Die Zeit maß er durch das Gewicht des Waſſers, welches während derſelben aus dem Boden eines ſehr breiten Gefäßes durch ein Röhrchen abgelaufen war. Er verſichert, bey mehr als hundertfältigen Wiederholungen den Raum jederzeit dem Quadrate der Zeit proportional, d. i. in doppelter Zeit viermal ſo groß u. ſ. w. gefunden zu haben.

Unter die merkwürdigen Sätze, welche ſchon **Galilei** aus den Geſetzen des Falles auf der ſchiefen Ebne gefolgert hat, gehört auch der **vom Falle durch die Sehnen eines Kreiſes**. Es ſey Taf. VIII. Fig. 15. ABMD die Hälfte eines Kreiſes, deſſen Durchmeſſer AD = a iſt. Nach den Geſetzen des freyen Falles fällt ein Körper von A aus bis nach D, oder durch den Raum a in der Zeit $T = \sqrt{\frac{a}{g}}$

Durch die Sehne AB = s wird er in der Zeit $t = \sqrt{\frac{s}{g \sin o}}$ fallen. Nun verhält ſich aber jede Sehne AB zum Durchmeſſer, wie ihre Hälfte oder wie der Sinus des halben Bogens AB zum Halbmeſſer oder Sinus totus; auch iſt der halbe Bogen AB das Maaß des Winkels o. Daher $s : a = \sin o : 1$. Hieraus folgt $\frac{s}{\sin o} = a$, mithin $t = T$, oder: der Fall durch die Sehne AB dauert eben ſo lange, als der freye Fall durch den lothrechten Durchmeſſer AD. Und da man dies von allen Sehnen eben ſo beweiſen kan, ſo fällt der Körper von A aus durch alle Sehnen des Kreiſes AB, AM u. ſ. w. in gleichen Zeiten.

Eben ſo lange aber dauert auch ſein Fall durch die Sehnen BD und MD, wenn er von B oder M aus zu fallen anfängt. Denn auch hier wird der Winkel o oder MDE durch den halben Bogen MD gemeſſen, und die Sehne ſelbſt verhält ſich zum Durchmeſſer, wie ihre Hälfte zum Halbmeſſer, oder wie $\sin o : 1$; daher alle vorige Schlüſſe auch hier gelten. Es iſt alſo ein allgemeiner Satz: **Durch Sehnen im Halbkreiſe fällt ein Körper in eben der Zeit, in der er durch den vertikalen Durchmeſſer fällt.**

Unter dieſe Sehnen gehört auch noch die letzte gleichſam **verſchwindende**, die man ſich gedenken kan, wenn M ſo nahe man immer will, an D gerückt wird. So klein dieſe letzte Sehne auch ſeyn mag, ſo dauert doch der Fall durch ſie ſo lange, als der durch AD. Es könnte vielleicht befremden, daß hiebey der Fall durch einen unendlich kleinen Raum dennoch eine endliche Zeit erfordert; allein wenn man bedenkt, daß die Schwere eines Körpers, der zunächſt an D liegt, faſt ganz Normalkraft iſt, oder Druck auf die Unterlage bewirkt, und nur ein unendlich kleiner Theil, als Tangentialkraft, auf die Entſtehung des Falls verwendet wird, ſo iſt ſehr begreiflich, daß dieſe unendlich kleine Kraft, um den Fall durch einen unendlich kleinen Raum zu bewirken, dennoch eine endliche Zeit braucht.

Fall auf krummen Linien.

Bey beſtimmten krummen Linien werden die Rechnungen, durch welche man die Gleichungen zwiſchen s und t findet, zu weitläuftig, als daß es möglich wäre, hier etwas davon beyzubringen. Ich begnüge mich daher, einige Reſultate derſelben mitzutheilen, weche den Fall durch Bogen des Kreiſes und der Cykloide betreffen.

Durch EA, Taf. VIII. Fig. 16., den **Bogen eines Kreiſes**, welcher DA = a zum Durchmeſſer hat, fällt ein ſchwerer Körper in einer Zeit, welche durch das Produkt der unendlichen Reihe $1 + \frac{1}{4}\frac{AG}{a} + \frac{9}{64}\frac{AG^2}{a^2}$ u. ſ. f. in $\frac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{a}{g}}$ ausgedrückt wird, wo π die Ludolphiſchen Zahlen für den Umkreis vom Durchmeſſer 1 bedeutet.

Durch den **Quadranten** BA alſo, für welchen ſich AG in AC = $\frac{1}{2}$a verwandelt, iſt die Zeit des Falles $= \frac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{a}{g}}\,(1 + \frac{1}{4}\cdot\frac{1}{2} + \frac{9}{64}\cdot\frac{1}{4}\ldots\ldots)$. Da, wie man bald überſieht, $\frac{1}{4}\cdot\pi$ oder 0, 785 ... in die Reihe multiplicirt noch nicht völlig 1 giebt, ſo iſt dieſe Zeit kleiner, als $\sqrt{\frac{a}{g}}$, oder als die Zeit des Falls durch den Durchmeſſer DA, oder durch die Sehne BA. Alſo kömmt der Körper von B aus in kürzerer Zeit nach A, wenn er durch den Quadranten BEA fällt, als wenn er durch die Sehne BA herabgeht, obgleich die Sehne kürzer als der Quadrant iſt. **Galilei**, der dieſen Satz ſchon kannte, erwies auch, daß der Fall durch den Quadranten weniger Zeit erfordere, als der durch zwo, drey oder mehrere darinn gezogene Sehnen; er irrte aber in dem hieraus gezogenen Schluſſe, daß der Quadrant die Curve ſey, welche den Körper von A bis B in der kürzeſten möglichen Zeit führe.

Durch einen **unendlich kleinen Bogen**, oder durch das Element eA, wofür AG verſchwindet, und die Reihe

ſich in 1 verwandlet, fällt der Körper in der Zeit $\frac{1}{4}\pi\sqrt{\frac{a}{g}}$ also verhält ſich **die Zeit des Falles durch den Durchmeſſer** DA, welche $=\sqrt{\frac{a}{g}}$ iſt, **zur Zeit des Falles durch den unendlich kleinen Bogen**, wie 1 : $\frac{1}{4}\pi$, oder faſt wie 1000 : 785. Der Fall durch die unendlich kleine Sehne eA dauert eben ſo lange, als der durch DA; mithin fällt der Körper auch durch den verſchwindenden Bogen in kürzerer Zeit, als durch die verſchwindende Sehne.

In der **Cykloide** oder **Radlinie** BMEA, Taf. VIII. Fig. 17., welche beſchrieben wird, wenn der Kreis vom Durchmeſſer DA = a an einer geraden Linie hinrollt, fällt der ſchwere Körper durch jeden Bogen, wie BA, MA, EA etc. **in gleicher Zeit**, nemlich in der Zeit $\frac{1}{2}\pi\sqrt{\frac{a}{g}}$. Dieſer Eigenſchaft wegen heißt dieſe merkwürdige Curve die **Linie von einerley Zeiten des Falles** (Linea tavtochrona). In ihr dauert der Fall durch den endlichen Bogen EA eben ſo lange, als der durch den unendlich kleinen Bogen eA. **Huygens** hat dies bey Unterſuchung der Cykloide zuerſt entdeckt, und Anwendungen davon auf die Pendel gemacht, ſ. **Pendel**.

Zugleich iſt dieſe Zeit die **kürzeſte mögliche**, in welcher ein ſchwerer Körper von B nach A, von M nach A u. ſ. w. fallen kan. Daher iſt die Cykloide zugleich eine **Linie des kürzeſten Falles**, ſ. **Brachyſtochroniſche Linie**.

Montucla hiſt. des mathematiques P. IV. L. 5.

Käſtners Anfangsgr. der höhern Mechanik an mehrern Stellen.

Farben, Colores, *Couleurs*. Eigenſchaften der verſchiedenen Theile des Lichts, gewiſſe Empfindungen in uns zu erregen, wenn ſie durch die Brechung oder durch andere Urſachen von einander geſondert oder nach verſchiedenen Verhältniſſen vermiſcht, in unſer Auge kommen. Ich ge-

ſtehe gern, daß ich alle Mängel dieſer Definition fühle; es iſt aber unmöglich, eine beſſere zu geben. Die Farbe, als Erſcheinung betrachtet, iſt blos Sache des Geſichts, die ſich durch Worte nicht erklären läſt; will man ſie aber als Wirkung einer phyſiſchen Urſache definiren, ſo muß man ſchlechterdings eine oder die andere Hypotheſe einmiſchen. Man kan alsdann nicht ſagen, was Farben ſind, ſondern nur, wofür ſie dieſer oder jener Naturforſcher halte.

Nach **Newtons** Theorie entſteht die **weiße** Farbe, wenn alle, die **ſchwarze**, wenn gar keine, die **rothe, gelbe, grüne, blaue**, wenn nur diejenigen Theile des Lichts ins Auge kommen, welche das Vermögen beſitzen, die Empfindung der genannten Farben zu erregen.

Plutarch (De placitis philoſophorum L. I. c. 15.) hat uns einige ſehr dunkle Begriffe der Alten von den Farben aufbehalten. Die **Pythagoräer**, ſagt er, nannten Farbe die Oberfläche der Körper, **Empedokles**, was mit den Ausflüſſen des Geſichts übereinſtimmt, **Plato** eine Flamme von den Körpern, deren Theile mit dem Geſichte ſymmetriſch ſind. Richtiger hat **Epikur** gelehrt, daß die Farbe nichts eigenthümliches der Körper ſey, ſondern von gewiſſen Lagen ihrer Theilchen gegen das Auge herrühre. Dies folgte aus ſeiner Lehre von den Atomen, die er ungefärbt annahm, und **Lukrez** führt zur Erläuterung davon die Farben der Taubenhälſe und Pfauenſchwänze an. **Ariſtoteles** (De mente L. II. c. 7.) ſagt, Licht ſey das Durchſichtige, Farbe, was das Durchſichtige in Bewegung ſetzt. **Seneca** (Quaeſt. natur. L. I. c. 7.) bemerkt, daß das Licht der Sonne, wenn es durch ein eckigtes Stück Glas fällt, alle Farben des Regenbogens ſpiele. Er erklärt aber dies für falſche Farben, dergleichen man auch an dem Halſe der Tauben ſehe, oder an einem Spiegel, der die Farbe eines jeden Körpers annehme, ob er gleich ſelbſt farbenlos ſey. Die Peripatetiker nahmen bis zum ſiebzehnten Jahrhunderte die Farbe für eine den Körpern weſentlich zugehörige Eigenſchaft an, ohne weiter viel belehrendes darüber zu ſagen; manche unter ihnen betrachteten ſie als einen Ausfluß

aus den Körpern, andere als eine Miſchung von Licht und Schatten, noch andere leiteten ſie von einem ſalzigen oder metalliſchen Principium her.

Descartes, der die ſcholaſtiſche Phyſik ſo eifrig beſtritt, kam in ſeiner 1637 erſchienenen Dioptrik der Wahrheit in ſo fern näher, daß er die Farben nicht für Eigenſchaften der Körper, ſondern für Wirkungen eines zwiſchen den Körpern und dem Auge befindlichen Mittels, des Lichts, erklärte. Da er ſich aber von der Natur des Lichts eigne Vorſtellungen machte (ſ. **Licht**), ſo fiel auch ſeine Erklärung der Farben ſehr willkührlich aus. Er giebt nemlich den Theilen des Lichts zweyerley Bewegungen, eine fortgehende und eine umdrehende. Iſt die letztere ſtärker, als die erſte, ſo ſoll daraus die rothe, iſt die erſtere ſtärker, die blaue, und ſind beyde gleich, die gelbe Farbe entſtehen. Die übrigen ſetzt er aus Miſchungen dieſer drey Farben zuſammen. Uebrigens macht er die nicht ganz unrichtige Bemerkung, daß **Weiß** die auffallenden Stralen unverändert zurückſchicke, **Schwarz** dieſelben auslöſche oder erſticke, die übrigen Farben aber ſie verändert zurückſenden.

Der erſte, der die Erfahrung über die Farben zu Rathe zog, war **Boyle** (Hiſtoria colorum experimentalis incepta. in Opp. Boylii Genev. 1680. 4.). Obgleich ſeine Verſuche kein zuſammenhangendes Syſtem ausmachen, ſo haben ſie ihn doch auf einzelne ſehr richtige Gedanken geleitet. Er hält die Farben nicht für inhärirende Eigenſchaften der Körper, glaubt aber doch, daß ſie großentheils von der Lage der Theile auf der Oberfläche abhangen, und in einer Modification des von dieſer Fläche zurückgeworfenen Lichts beſtehen. Er führt hierüber viele Beyſpiele, beſonders die Farben des Stahls beym Härten, und die ſo ſchön glänzenden Regenbogenfarben auf der Oberfläche des geſchmolzenen Bleys an. Ueber den Unterſchied zwiſchen Weiß und Schwarz erklärt er ſich, wie **Descartes**, weil weißes Papier ſich durch ein Brennglas ſehr ſchwer entzünde, ein ſchwarzer Handſchuh hingegen an der Sonne ſehr brenne, ein Brennſpiegel von ſchwarzem Marmor gar nicht zünde, und die ſchwarz gefärbte Hälfte eines Dachziegels

weit heißer werde, als die rothe. So führt er auch an, daß ſchwarz ausgeſchlagene Zimmer mehr wärmen, und ſchwarz gefärbte Eyer an der Sonne geſotten werden können.

D. Hook (Micrographia, p. 64.) nimmt blos Blau und Roth als Hauptfarben an, und läſt die übrigen aus der Vermiſchung dieſer beyden entſtehen. Blau, ſagt er, iſt die Wirkung einer ſchiefen und unregelmäßigen Erſchütterung auf der Netzhaut, wo der ſchwächere Theil vorangeht, und der ſtärkere nachfolgt; Roth hingegen eben dies, wenn der ſtärkere Stoß vorangeht, und der ſchwächere folgt. Er machte in Rückſicht auf dieſe Theorie den Verſuch mit zwey hohlen prismatiſchen Gläſern, wovon eins mit blauer Kupferſolution, das andere mit rother Aloetinktur gefüllt iſt. Jedes einzeln genommen iſt vollkommen durchſichtig; beyde zuſammengehalten, werden undurchſichtig.

So ſtand es um die Erklärung der Farben, als **Newton**, deſſen Talente für die Experimentalphyſik eben ſo groß waren, als ſein geometriſcher Scharfſinn, im Jahre 1666 die verſchiedene Brechbarkeit der Lichtſtralen entdeckte, die Verbindung derſelben mit den Farben wahrnahm, und darauf ſein vortrefliches Syſtem über die Farben baute, welches eine ausführlichere Erklärung erfordert.

Newtons Entdeckungen über die Farben.

Newtons bey dem Worte: **Brechbarkeit**, angeführte Verſuche beweiſen ohne Widerrede, daß ſowohl das Sonnenlicht, als das von den Körpern zurückgeworfene, nach Beſchaffenheit ſeiner Farbe, eine verſchiedene Brechbarkeit beſitze, und nach Beſchaffenheit ſeiner Brechbrkeit eine verſchiedene Farbe zeige. Er begleitete daher die Nachrichten von ſeinen Verſuchen über das Licht, die er der königlichen Societät der Wiſſenſchaften mittheilte (ſ. Philoſ. Transact. Num. 80. ſqq. 1672–1688. Abhandlungen aus den Philoſ. Transact. Leipz. 1779. gr. 4. I. B. S. 192. u. f.), ſogleich mit folgenden Gedanken über die Beſchaffenheit der Farben, die er auch in ſeiner Optik (L. I. P. 2.) durch beſondere Verſuche erwieſen hat.

1) Farben ſind nicht Modificationen des Lichts durch die Brechung und Zurückwerfung, ſie ſind vielmehr urſprüngliche und eigenthümliche Eigenſchaften deſſelben, die in verſchiedenen Stralen verſchieden ſind. Einige Lichtſtrahlen beſitzen das Vermögen, die Empfindung der rothen Farbe, und keiner andern, andere die der grünen, und keiner andern, u. ſ. f. zu erregen. Nicht blos die kenntlichſten Abſtufungen, **Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo, Violet,** haben ihre eigenen Stralen, durch die ſie hervorgebracht werden, ſondern auch alle dazwiſchen fallende Schattirungen haben dergleichen.

2) Mit demſelben Grade der Brechbarkeit iſt allezeit dieſelbe Farbe verbunden, und umgekehrt.

3) Ein **gleichartiges** oder **einfaches** Licht (lumen homogeneum), welches aus lauter Stralen von gleicher Brechbarkeit beſteht, verändert ſeine Farbe weder durch Brechung noch durch Zurückwerfung, noch durch ſonſt eine bekannte Urſache. Newton nahm mit ſolchem gleichartigen Lichte mancherley Veränderungen vor (Optice L. I. P. II. prop. 2.), er konnte aber nie eine neue Farbe daraus erzwingen. Durch Zuſammenziehung oder Zerſtreuung ward die Farbe zwar lebhafter oder matter: aber die Gattung blieb unveränderlich.

4) Durch Vermiſchung ungleichartiger Lichtſtralen laſſen ſich Farben erzeugen, die zwar den Farben des einfachen oder gleichartigen Lichts dem Scheine nach ähnlich ſind, aber nicht das unwandelbare des einfachen Lichts beſitzen. So erſcheint blaues und gelbes Pulver, wohl vermiſcht, dem bloßen Auge grün, und doch ſind die Farben der einzelnen Theile nicht verändert, weil ſie durchs Mikroſkop noch immer blau und gelb erſcheinen. Roth und gelb geben vermiſcht eine Farbe, die dem einfachen Orange gleicht, durchs Priſma aber ſich wieder in die einfachen Gattungen, aus denen ſie beſteht, nemlich in Roth und Gelb zerlegen läſt.

5) Die Farben des einfachen Lichts, welche durch die Brechung im Priſma hervorgebracht werden, heißen **einfache, urſprüngliche, priſmatiſche Farben, Grund-**

farben. Ihre Ordnung, von der geringſten Brechbarkeit angefangen, iſt Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo, Violet, nebſt einer unendlichen Menge dazwiſchen fallender Schattirungen. Die nach Num. 4. durch Vermiſchung hervorgebrachten heißen **gemiſchte, zuſammengeſezte**, und ſind zum Theil den einfachen ähnlich.

6) Farben, die in der Reihe der prismatiſchen nicht allzuweit aus einander liegen, geben vermiſcht eine Farbe, die der mittlern prismatiſchen ähnlich iſt. So giebt Roth und Gelb Orange, Gelb und Blau Grün u. ſ. w. Dies geſchieht aber nicht, wenn ſie weit aus einander liegen. Orange und Indigo giebt nicht Grün; Roth und Blau nicht Gelb u. ſ. f.

7) Die **weiße** Farbe entſteht aus einer im gehörigen Verhältniſſe gemachten Miſchung **aller** einfachen Farben. In einem wohl verfinſterten Zimmer mache man in dem Fenſterladen eine Oefnung G (Taf. VIII. Fig. 18.), etwa $\frac{1}{3}$ Zoll weit, ſtelle vor dieſelbe ein reines helles Priſma ABC, und laſſe das Sonnenlicht durch die Oefnung auf ſelbiges fallen, ſo werden die rothen Stralen nach T, die violetten nach P zu gebrochen werden, ſ. **Brechbarkeit.** Darauf ſtelle man ein Brennglas DE, von etwa 3 Fuß Brennweite in einer Entfernung von 4 — 5 Fuß hinter das Priſma, ſo daß die Farben aller Stralen das Glas treffen, und im Vereinigungspunkte F, welcher hier etwa 10 bis 12 Fuß weit fallen wird, zuſammen kommen. Fängt man ſie in dieſem Punkte F mit einem Bogen weißen Papiers auf, ſo werden alle zuſammengemiſchte prismatiſche Farben ein weißes Licht geben. Wenn man das Papier hin und her beweget, ſo wird man nicht allein den Ort treffen, wo die Weiße am vollkommenſten iſt, ſondern man wird auch ſehen, wie ſich das Farbenbild der Weiße allmählich nähert, und wie die Stralen jenſeits F wieder aus einander gehen, und bey TP wiederum das vorige Farbenbild, nur in umgekehrter Stellung zeigen, ſo daß jezt die rothe Farbe bey T oben, die violette bey P unten erſcheint. Werden eine oder mehrere Farben aufgefangen, ehe ſie nach F kommen, ſo

wird in F ſtatt der Weiße eine andere gemiſchte Farbe entſtehen.

Weiß iſt alſo eine Vermiſchung aller Lichtſtralen von allen Farben, in ihrem gehörigen Verhältniſſe. Iſt bey dieſer Miſchung eine Gattung der einfachen Farben in größerer Menge da, als das Verhältniß erfordert, ſo neigt ſich das Licht nach dieſer Farbe hin, wie z. B. die blaue Flamme des Schwefels, die gelbe der Kerzen u. dgl.

So ſcheint auch der Schaum des Seifenwaſſers weiß, indem die einzelnen Bläschen deſſelben alle Farben des Prisma zeigen. Miſcht man aber farbige Pulver, welche einen großen Theil des auf ſie fallenden Lichts verſchlucken, ſo erhält man kein glänzendes Weiß, ſondern eine graue, gleichſam aus Weiß und Schwarz gemiſchte Farbe. Dieſe iſt jedoch vom Weißen nur in der Menge des zurückgeworfenen Lichts, nicht aber in der Gattung, verſchieden. Newton (Optice L. I. p. 2. prop. 5. Exp. 15) ſtrich eine Mixtur von Operment, Purpur, Bergblau und Grünſpan auf einen Fleck der Wand, den die Sonne beſchien, klebte darneben im Schatten ein gleich großes weißes Papier, und fand in einer Entfernung von 12 — 18 Schuhen beyde gleich weiß.

Dieſe Sätze von den Farben, welche auf keiner Hypotheſe über die Natur derſelben, ſondern unmittelbar auf den Verſuchen ſelbſt beruhen, wendet nun ihre vortreflicher Erfinder auf die Erklärung einiger Erſcheinungen an. Er redet zuerſt von den bunten Rändern des Farbenbildes, welches vom Prisma entworfen wird (ſ. **Farbenbild**), und dann vom Regenbogen. Vom erſten will ich hier nur folgendes beybringen.

Ein heller Körper auf einem dunklen, oder ein dunkler auf einem hellen Grunde, durch ein Prisma betrachtet, muß mit einem **farbigen Rande** umgeben ſcheinen. Eigentlich umgiebt der Rand allemal das Helle, und iſt an der Seite, die gegen den brechenden Winkel des Prisma zu liegt, violet und nach innen blau, an der aber, die ſich vom brechenden Winkel abkehrt, roth, und nach innen gelb. Denn an derjenigen Seite, die auf den brechenden Winkel

zu liegt, können von den letzten Stralen des Hellen nur die brechbarſten, d. i. die violetten und wenige blaue das Auge noch erreichen, die übrigen gehen bey dem Auge vorbey; auf der andern Seite hingegen erreichen von den Stralen des hellen Randes nur noch die am wenigſten brechbaren, d. i. die rothen, und wenige gelbe, das Auge, die übrigen treffen daſſelbe auch nicht mehr. Dem zu Folge muß das viereckigte Feld eines Fenſters, durch ein Prisma, deſſen Schärfe man unterwärts kehret, unten einen violetten und blauen, oben einen rothen und gelben Rand zeigen. Betrachtet man nun ein Fenſterbley, wie CDEF, Taf. VIII. Fig. 20, d. i. einen dunkeln Gegenſtand zwiſchen zwo hellen Scheiben A und B, ſo ſchreibt man die bunten Ränder, die eigentlich von den hellen Feldern A und B herrühren, dem dunklen Körper CDEF zu, und ſieht alſo oben bey CD einen blauen Rand mit einem violetten Streifen darunter, bey EF aber einen rothen, und um dieſen einen gelben Rand. Kehrt man die Schärfe des Prisma aufwärts, ſo verwechſeln ſich die Farben der Ränder CD und EF.

Newton kömmt nunmehr auf die Farben der **natürlichen Körper**. Er erklärt die Entſtehung derſelben (Opt. L. I. P. 2. prop. 10.) dadurch, daß gewiſſe natürliche Körper dieſe oder jene Gattung von Stralen häufiger zurückwerfen, als die übrigen. Mennige, ſagt er, ſcheint roth, weil ſie die rothen Stralen am häufigſten zurückwirft. Die Veilchen werfen die violetten Stralen häufiger zurück, als die übrigen, und erhalten daher ihre Farbe. Eben ſo geht es mit allen andern Körpern. Jeder Körper wirft die Stralen, die ſeine Farbe haben, häufiger zurück, als die übrigen, und erhält ſeine Farbe eben dadurch, daß dieſe Stralen in dem zurückgeworfenen Lichte den größten Theil ausmachen.

Zur Beſtätigung hievon führt er an, daß jeder Körper in dem Lichte, welches mit ſeiner Farbe gleichartig iſt, am lebhafteſten und glänzendſten ausſehe, und daß flüſſige Körper ihre Farbe mit der Dicke ändern. So ſcheint in einem kegelförmigen Glaſe, das man zwiſchen das Licht und das Auge hält, ein rother Liquor, unten am

Boden, wo er dünn iſt, blaßgelb, etwas höher orangegelb, weiter hinauf roth, und wo er am dickſten iſt, dunkelroth. Dieſe Verſchiedenheit rührt doch von nichts anderm her, als daß ein ſolcher Liquor blos gelbe und rothe Stralen durchläſt und zurückwirft, mehr oder weniger, je nachdem er dicker oder dünner iſt. Hieraus erklärt er auch den oben angeführten Verſuch des D. Hook, da zwey Prismen mit blauen und rothen Liquoren, einzeln durchſichtig, zuſammengehalten undurchſichtig ſind. Wenn der eine Liquor nur allein blaue, der andere nur allein rothe Stralen durchläſt, ſo können beyde zuſammen gar kein Licht mehr durchlaſſen.

Die nicht durchgelaſſenen oder zurückgeworfenen Stralen werden nach ſeiner Meinung in dem Innern der Körper ſo lange hin und her zurückgeworfen, bis ſie endlich gleichſam vernichtet oder verſchluckt ſind. Sind die Körper dünn, ſo geht oft noch etwas von dieſem Lichte hindurch. Wenn man eine Lichtflamme durch ein dünnes Goldblättchen betrachtet, ſo ſieht ſie grünlichblau aus; alſo nimmt dichtes Gold die blauen und grünen Stralen in ſich, und ſendet nur die gelben zurück.

In den bisherigen Sätzen iſt nichts hypothetiſches, nichts, was die Erfahrung nicht beſtätigte. Dennoch fanden dieſelben eine Zeit lang häufigen Widerſpruch. Einigen wollten **Newtons** Verſuche im dunklen Zimmer, welche freylich viel Genauigkeit und Sorgfalt erfordern, nicht gelingen, andere verſtanden ſeine Meinung gar nicht. Es iſt ſehr lehrreich und unterhaltend, in den Philoſophiſchen Transactionen (Abhandl. zur Naturgeſch. und Phyſik aus den Philoſ. Trans. I. B. I. Th. Leipz. 1779. gr. 4. S. 200 u. f.) die Schriften zu leſen, welche Newton darüber mit dem P. **Pardies**, **Mariotte**, **Linus**, **Gaſcoigne**, und **Lucas** gewechſelt hat. Mit unermüdeter Geduld und Herablaſſung beſchreibt er die richtige Art, dieſe Verſuche anzuſtellen, und ſeine Theorie zu prüfen, bis auf die kleinſten Umſtände, und bleibt bey allen, oft ſehr groben, Mißverſtändniſſen ſeiner Gegner immer der gelaſſene, ſeiner Größe und der Güte ſeiner Sache ſich bewußte Philoſoph.

Nur dann wird er empfindlich, wenn man ihm bloße Hypothesen entgegenſetzt, oder, wie der P. Pardies gethan hatte, ſeine Theorie eine Hypotheſe nennt. „Ich bin überzeugt, ſagt er, daß meine Theorie nichts weiter, als gewiſſe und bewieſene Phänomene des Lichts enthält, und „wäre dies nicht, ſo würde ich ſie als eine unnütze Speculation verworfen, und nicht einmal als Hypotheſe angenommen haben.“

Newtons **entſcheidender** Verſuch (experimentum crucis), den ich bey dem Worte **Brechbarkeit** Num. 2. angeführt habe, und der zugleich das Unwandelbare der einfachen Farben erweiſet, ward bey dieſen Streitigkeiten vorzüglich mißverſtanden und übel angeſtellt, ſo deutlich ihn auch ſein Erfinder beſchrieben hatte. Daher blieb die Frage, ob die Grundfarben des Prisma wirklich unwandelbar wären, eine lange Zeit im Zweifel, bis endlich **Deſaguliers** die newtoniſchen Verſuche vor der königlichen Societät der Wiſſenſchaften zu London anſtellte, und eine umſtändliche Nachricht hievon (Philoſ. Trans. 1716.) bekannt machte, worinn ihre Richtigkeit durch unverwerfliche Zeugniſſe beſtätigit iſt. Dennoch fanden dieſe Verſuche noch einen eifrigen Gegner an dem Italiäner **Rizzeti** (Act. Erud. Lipſ. Suppl. Tom. VIII. p. 127.), welcher ſie bey angeſtellter Wiederholung zum Theil falſch, zum Theil ohne Beweiskraft gefunden haben wollte, und andere anführte, die ihnen entgegen zu ſeyn ſchienen. Die newtoniſche Theorie ward dagegen von **Georg Friedrich Richter**, Profeſſor der Moral zu Leipzig, (Act. Erud, l. c. p. 226. ſqq.) ſehr geſchickt vertheidigt. **Rizzeti's** Einwürfe bezogen ſich zum Theil darauf, daß das bloße Auge, in welchem doch das Licht auch gebrochen wird, keine farbigen Ränder und andere Wirkungen der verſchiedenen Brechbarkeit zeige. Dies heißt, ſagt **Richter**, ſich auf ein ſehr zuſammengeſetztes Werkzeug, das man gar nicht genau kennt, berufen, gegen Verſuche, die mit einem höchſt einfachen Werkzeuge angeſtellt ſind; es iſt eben ſo viel, als ob man die Grundſätze der Mechanik läugnen wollte, weil man in einer ſehr zuſammengeſetzten Maſchine Abweichungen von

ihnen wahrnimmt. **Rizzeti** erneuerte jedoch ſeine Angriffe im Jahre 1727 in einem eignen Werke (De luminis affectionibus, Venet. 8.), wodurch **Deſaguliers** bewogen ward, die beſtrittenen Verſuche im Jahre 1728 nochmals vor der königlichen Societät anzuſtellen, und einige neue hinzuzufügen, welche die Zweifel dieſes Gegners gänzlich aus dem Wege räumen. In Frankreich ließ der Cardinal **Polignac**, ſo ſehr er auch ſonſt den Lehren des Descartes ergeben war, die newtoniſchen Verſuche mit vielen Koſten durch **Ganger** wiederholen. Sie fielen ſehr glücklich aus, und der Cardinal, der hierüber ein Dankſagungsſchreiben von Newton erhielt, würde ihre Beſchreibung ſeinem Antilucrez beygefügt haben, wenn ihn nicht der Tod übereilt hätte. Seitdem ſind ſie von mehrern Experimentatoren wiederholt worden, beſonders vom Abt **Nollet**, der ſich faſt durch den ganzen fünften Band ſeiner Leçons de Phyſique mit ihnen beſchäftiget. Einen ſehr eifrigen Gegner haben ſie noch an **Gautier** (Chroageneſie ou generation des couleurs contre le ſyſteme de *Newton.* Paris 1750. 10.) gefunden, der ſich aber durch dieſen Angrif keinen Ruhm in der Geſchichte der Phyſik erworben hat.

Es gehört zu dieſen Verſuchen nicht allein ein ſehr wohl verfinſtertes Zimmer (Newton hatte das ſeinige mit ſchwarzem Tuch ausgeſchlagen), damit ſich kein fremdes Licht von den Seiten her einmiſche, ſondern auch ein ganz reines und helles, aufs vollkommenſte geſchliffenes und polirtes Prisma, deſſen brechender Winkel wenigſtens 60° hält. Ob ſie gleich ſelten mit aller nöthigen Vorſicht angeſtellt werden können, ſo ſind ſie doch durch mehrere öffentlich bekannt gewordene Prüfungen beſtätiget, und werden ſo wenig mehr bezweifelt, als die Schwere der Luft oder die Geſetze des Falles der Körper.

Verſuche über die Farben dünner Körper.

Bis hieher hatte **Newton** ſich ganz allein an die Erfahrung gehalten. Wir folgen ihm nun in ein anderes dunkle-

res Feld, wo er zwar dieſer Führerin noch immer nachgeht, aber doch viele Lücken durch Muthmaßungen ausfüllt, wo er ſich noch immer als einen vortreflichen Phyſiker zeigen, aber uns doch bey weitem nicht ſo, wie bisher, befriedigen wird.

Schon Boyle und Hook hatten bemerkt, daß dünne durchſichtige Körper, beſonders Seifenblaſen, nach Maaßgabe ihrer Dicke, verſchiedentlich gefärbt ſcheinen, und erſt, wenn ſie ziemlich dick ſind, farbenlos werden. Dies leitete Newton auf die Vermuthung, daß dünne Körper oder Scheiben allezeit gewiſſe von ihrer Dicke abhängende Farben zeigen würden. Von ohngefähr drückte er einmal zwey Prismen, deren Seitenflächen etwas convex waren, hart an einander, und fand, daß ſie an der Berührungsſtelle vollkommen durchſichtig wurden, als ob ſie nur ein einziges zuſammenhängendes Glas wären, ſo daß dieſe Stelle, wenn man darauf ſahe (cum inſpiceretur), wie ein dunkler ſchwarzer Fleck, und wenn man hindurch ſahe (cum transſpiceretur), wie ein Loch erſchien, durch das man die Gegenſtände ſehen konnte, und das gleichſam aus der Luftſcheibe herausgeſchnitten war, welche vor dem Zuſammendrücken zwiſchen beyden Prismen gelegen hatte. Als er nun beyde Prismen ein wenig um ihre gemeinſchaftliche Axe drehte, ſo zeigten ſich eine Menge ſchmaler gefärbter Bogen, welche ſich bey weiterer Umdrehung endlich in bunte den durchſichtigen Fleck umgebende Ringe verwandleten, die er ſogleich für die natürlichen Farben der dünnen zwiſchen beyden Gläſern liegenden Luftſcheibe annahm. Dieſes letzte aber iſt bloße, vielleicht nicht einmal richtige, Muthmaßung.

Um die Unterſuchung zu verfolgen, nahm er zwey Linſengläſer, ein planconvexes, und ein auf beyden Seiten erhabenes von 50 Schuh Brennweite, legte das letztere auf die ebne Seite des erſten, und drückte beyde gelind gegen einander. Hiebey ſahe er aus dem Mittelpunkte der Gläſer verſchiedene farbige Ringe, einen nach dem andern, her-

vorkommen, die ſich, je mehr er drückte, ihrem Durchmeſſer nach immer erweiterten, ihrer Breite nach aber immer mehr zuſammenzogen, bis endlich die Zuſammendrückung einen gewiſſen Grad erreicht hatte. Nun entſtanden weiter keine neuen Farbenringe; vielmehr zeigte ſich der ſchwarze durchſichtige Fleck im Mittelpunkte, und die Farbenringe erweiterten ſich blos dem Durchmeſſer nach. In dieſem Zuſtande war die Ordnung der Farben in jedem Ringe vom Mittelpunkte aus gegen den Umfang zu gerechnet, folgende. Im erſten: **Schwarz**, blau, weiß, gelb, roth; im zweyten **Violet**, blau, grün, gelb, roth; im dritten **Purpur**, blau, grün, gelb, roth; im vierten **Grün**, roth; im fünften **Grünlich Blau**, roth; im ſechſten **Grünlich Blau**, blaßroth; im ſiebenten **Grünlich Blau**, röthlich weiß. Eben dieſe Erſcheinungen mit eben der Ordnung der Farben zeigten ſich an allen erhabenen Gläſern, wenn ſie nur nicht allzu kleinen Kugeln zugehörten, weil ſich ſonſt die Farbenringe zu ſehr zuſammenzogen und unſichtbar wurden; es war alſo kein zufälliges Phänomen, ſondern die Wirkung einer regelmäßigen und bleibenden Urſache.

Newton maß die Halbmeſſer dieſer Ringe an den Stellen, wo ſie am glänzendſten ſchienen, und fand, daß ſich ihre Quadrate, wie die ungeraden Zahlen 1, 3, 5, 7, 9, 11, verhielten. Hingegen fand er die Quadrate der Halbmeſſer von den dunkeln Zwiſchenräumen zwiſchen jedem Paare von Ringen, vom dunkeln Flecke im Mittel an gerechnet, im Verhältniſſe der geraden Zahlen 0, 2, 4, 6, 8, 10.

Da er ſie nun von der Dicke der Luftſcheibe zwiſchen beyden Gläſern herleitete, wovon das eine eine ebne Oberfläche hatte, daß ſich alſo die Abſtände der Gläſer von einander, oder die Dicken des dazwiſchen liegenden Luftſcheibchens, an den Stellen der Farbenringe ebenfalls, wie die ungeraden, und an den Stellen der dunkeln Zwiſchenräume, wie die geraden Zahlen, verhielten, ſo gründete er darauf folgende

Berechnung. Aus dem Durchmeſſer der Convexität des obern Glaſes, welcher 101 Schuh betrug, beſtimmte er die wirkliche Dicke des Luftſcheibchens an jeder Stelle, und fand ſie für die hellſte Stelle des erſten Rings $\frac{1}{178000}$ Zoll, mithin für die des zweyten $\frac{3}{178000}$ Zoll u. ſ. w. Hierauf maß er auch die Durchmeſſer der Ringe für jede Farbe insbeſondere, und beſtimmte durch eine ähnliche Rechnung die Dicke der Luftſcheiben, welche eine jede Farbe zurückwerfen. Faſt eben dieſe Reſultate fand er auch, wenn er andere Gläſer von bekannten Durchmeſſern gebrauchte, und bey der von ihm gebrauchten Vorſicht darf man nicht zweifeln, daß dieſe Beſtimmungen ſo genau ſind, als ſie nur der geſchickteſte Beobachter machen kan.

Er brachte nunmehr ſtatt der Luft einen Waſſertropfen zwiſchen beyde Gläſer. Dadurch zogen ſich die Ringe, ohne die Ordnung der Farben zu verändern, in dem Verhältniſſe 8 : 7 zuſammen. Hieraus folgt, daß ſich die Dicke der Waſſerſcheiben zu der Dicke der Luftſcheiben, welche eben dieſelben Farben hervorbringen, wie 49 : 64, d. i. wie 3 : 4 verhalte. Dies iſt aber das Brechungsverhältniß für Waſſer und Luft, ſ. **Brechung der Lichtſtralen.** Dadurch hält er ſich für berechtigt anzunehmen, die Dicke eines Glasſcheibchens, welches eben die Farbe zeigt, ſey $\frac{20}{31}$ des Luftſcheibchens, weil das Brechungsverhältniß aus Glas in Luft 20 : 31 iſt.

Hierauf gründet ſich folgende Tabelle (Optic. L. II. P. 2. p. 195.), worinn die Dicken der Luftſcheiben unmittelbar aus Verſuchen und Berechnung beſtimmt, die der Waſſerſcheibe aber $= \frac{3}{4}$, und die der Glasſcheiben $= \frac{20}{31}$ von jenen angenommen ſind, alles in Milliontheilchen eines engliſchen Zolls.

Farben		Dicke der farbigen Scheiben von Luft	Waſſer	Glas
der erſten Ordnung.	Sehr ſchwarz	0, 5	0,37	0,32
	Schwarz	1	0,75	0,66
	Schwärzlich	2	1, 5	1, 3
	Blau	2, 4	1, 8	1, 5
	Weiß	5,25	3, 8	3, 4
	Gelb	7, 1	5, 3	4, 6
	Orange	8	6	5, 1
	Roth	9	6,75	5, 8
der zwoten	Violet	11, 1	8, 3	7, 2
	Indigo	12, 8	9, 6	8, 1
	Blau	14	10, 5	9
	Grün	15, 1	11, 3	9, 7
	Gelb	16, 3	12, 2	10, 4
	Orange	17, 2	13,	11, 1
	Hellroth	18, 3	13,75	11, 8
	Scharlach	19, 6	14,75	12, 6
der dritten	Purpur	21	15,75	13, 5
	Indigo	22, 1	16, 5	14,25
	Blau	23, 4	17, 5	15, 1
	Grün	25, 2	18, 9	16,25
	Gelb	27, 1	20, 3	17, 5
	Roth	29	21,75	17, 7
	Bläulich roth	32	24	20, 6
der vierten	Bläulich grün	34	25, 5	22
	Grün	35, 3	26, 5	22,75
	Gelblich grün	36	27,	23, 2
	Roth	40, 3	30,25	26
der fünften	Grünlich blau	46	34, 5	29, 6
	Roth	52, 5	39, 4	34
der ſechſten	Grünlich blau	58, 7	44	38
	Roth	65	48,7	42
der ſiebenten	Grünlich blau	71	53, 2	45, 8
	Röthlich weiß	77	57, 7	49, 6

Um endlich auch die Farben zu beſtimmen, welche Scheibchen eines dichtern Mittels annehmen, wenn ſie mit einem dünnern umgeben ſind, unterſuchte er eine gewöhnliche Seifenblaſe. Er brachte dieſelbe unter ein ſehr durchſichtiges Glas, und beobachtete die Reihen von Farben, welche auf ihrer Oberfläche entſtanden, indem das Waſſerhäutchen durch das Ablaufen an den Seiten immer dünner ward. Er fand, daß eben die Farben, welche in voriger Tabelle angezeigt ſind, nur in umgekehrter Ordnung, in Geſtalt der Ringe vom oberſten Punkte der Blaſe ausgiengen, und ſich gegen die untere Fläche verbreiteten, wo ſie endlich verſchwanden; ſo daß die Blaſe, indem ſie immer dünner ward, eben die Farben zeigte, wie die Luft oder das Waſſer zwiſchen den zuſammengedrückten Gläſern. Nur waren die Farben der Blaſe lebhafter.

Newton wagte es alſo, aus der Dicke eines durchſichtigen Scheibchens auf die Farbe, die es zurückwirft, und umgekehrt aus der Farbe auf die Dicke zu ſchließen, und die Farben der natürlichen Körper aus der verſchiedenen Dicke und Dichtigkeit ihrer kleinſten Theilchen oder Scheibchen, die er ſämtlich für durchſichtig annimmt, herzuleiten. Eine rothe Farbe z. B., die ſo lebhaft iſt, daß man ſie zur dritten Ordnung rechnen kan, wird durch Scheibchen hervorgebracht werden, deren Dicke, wenn ſie die Dichtigkeit des Waſſers haben, 21 Milliontheilchen des engliſchen Zolles betragen wird. Er giebt hieraus einige Erklärungen von Phänomenen, z. B. von den Farben der Wolken, der wandelnden oder ſchillerndern Körper u. dgl.

Endlich ſieht er es als eine Folge ſeiner Verſuche an, daß jeder Lichtſtral bey dem Durchgange durch eine brechende Fläche eine gewiſſe veränderliche Beſchaffenheit zeige, vermöge welcher er durch die nächſte vorliegende brechende Fläche entweder leichter durchgehe, oder leichter zurückgeworfen werde. Dieſe Beſchaffenheiten wechſeln nun beym Fortgange des Strals in demſelben Mittel beſtändig ab. Geht z. B. ein Lichtſtral in dünne Scheiben von den Dicken 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6 ꝛc. ſo wird er bey den Dicken 0, 2, 4, 6 durchgelaſſen, bey den Dicken 1, 3, 5 aber zurückgeworfen. New-

ten nennt dieſes **Anwandlungen des leichtern Zurückgehens oder des leichtern Durchgehens** (Vices facilioris reflexionis vel transmiſſionis, *Accès de facile reflexion ou transmiſſion*, im Engl. Fits of eaſy reflexion or transmiſſion).

Dieſemnach werden unter mehrern Stralen, die auf eine Fläche fallen, diejenigen zurückgeſandt, welche eben im Zuſtande des leichtern Zurückgehens ſind, die aber durchgelaſſen, die ſich gerade im Zuſtande des leichtern Durchgehens befinden. Daß dieſe abwechſelnden Anwandlungen des Lichts ſchon beym Ausgange aus dem leuchtenden Körper anfangen, ſieht Newton zwar als wahrſcheinlich an; allein es läſt ſich damit nicht wohl vereinigen, wie das Durchlaſſen gleichwohl von der Dicke des Scheibchens abhangen könne; man müſte denn annehmen, daß die Brechung oder Zurückwerfung erſt an der hintern Fläche des Scheibchens geſchehe. Auch müſſen dieſe Abwechſelungen der Willigkeit durchzugehen oder zurückzuprallen, in Zwiſchenräumen geſchehen, welche nur $\frac{1}{178000}$ Zoll, und beym Glaſe und Waſſer noch weniger austragen. Alles dies erregt allerdings Erſtaunen, und ſcheint kaum glaublich. Man muß aber, um gehörig davon urtheilen zu können, Newtons Unterſuchungen ſelbſt nachleſen, welche den dritten Theil des zweyten Buchs ſeiner Optik ausmachen. Wenn ſie auch keine Ueberzeugung gewähren, ſo kan man ſich doch nicht enthalten, das große Genie zu bewundern, das aus ihnen allenthalben hervorleuchtet.

Daß aber Newton hiebey ſehr vieles Weſentliche überſehen habe, beweiſen unter andern die neuern Verſuche des Abbe Mazeas (Obſervations ſur des couleurs engendrées par le frottement des ſurfaces planes et transparentes, in den Mém. de l'acad. de Pruſſe 1752. p. 248. und vermehrt in den Mém. préſentés, To. II. p. 26.). Wenn man nemlich zwo polirte Glasplatten an einander reibt, ſo wird man bisweilen in der Mitte, bisweilen nach dem Rande hin, einen Widerſtand fühlen, und da, wo ſich dieſer äußert, einige rothe und grüne krumme Linien bemerken. Bey längerm Reiben

werden derſelben mehr, und ſie verwandeln ſich endlich in Farbenringe. Dabey hängen die Gläſer ſehr ſtark zuſammen. Eben dies nebſt dem ſchwarzen Flecke in der Mitte nahm **Mazeas** noch ſchöner und deutlicher an zwey Priſmen wahr, die zuſammengelegt ein Parallelepipedum ausmachten. Die Hitze vertrieb dieſe Farben, obgleich die Gläſer noch immer feſt zuſammen hiengen; nach dem Abkühlen kamen ſie wieder zum Vorſchein. Hingegen verſchwanden die Farben zuſammengedrückter Objectivgläſer nicht durch die Hitze. Auch konnte er bey flachen Gläſern ſelbſt über dem Feuer die Farben wieder hervorbringen, wenn er ſie mit Zangen faßte und aufs neue rieb. **Dú Dour** (Mém. préſentés, Vol. II. und IV.) hat dieſe und noch mehrere Verſuche hierüber wiederholt. Er bemerkt gegen Newton, daß die Luft zwiſchen den Gläſern keineswegs die Urſache der Farbenringe ſey, daß ſie vielmehr die Entſtehung derſelben hindere, wenn ſie ſich an das Glas anhängt. An flachen Gläſern nemlich entſtehen die Farbenringe nicht eher, als bis die Luft recht vollkommen aus ihrer Stelle vertrieben iſt. Auch **Muſſchenbroeck** (Introd. ad Philoſ. nat. Vol. II. §. 1837. ſqq.) hat über die Farbenringe zwiſchen erhitzten platten Gläſern Verſuche angeſtellt, die in einigen Umſtänden von dem, was Mazeas angiebt, abweichen. Er läſt es am Ende ganz unentſchieden, woher dieſe Farbenringe entſtehen mögen. Vielleicht laſſen ſie ſich am beſten daraus erklären, daß ſich das Licht an dieſen Stellen im Wirkungsraume zwoer Glasflächen zugleich befindet, daher die Stralen von verſchiedener Gattung auf verſchiedene Art gebrochen und reflectiret werden.

Der Schluß von der Farbe auf die Dicke des Scheibchens, und der Satz von den Anwandlungen bleibt alſo noch ſehr vielen gegründeten Zweifeln ausgeſetzt. So ſchön und ſinnreich dieſe newtoniſchen Lehren ſind, ſo erklären ſie doch auch die wahre Beſchaffenheit der Sache nicht, und haben zu viel Beziehung auf das Emiſſionsſyſtem, welches im Grunde doch nur eine Vorſtellungsart iſt, die man über gewiſſe Grenzen nicht ausdehnen darf.

Hypotheſen über das Weſen der Farben.

Newton, vor deſſen Zeiten über das Weſen der Farben gar nichts erträgliches geſagt worden iſt, trägt in den ſeiner Optik beygefügten Fragen (Ed. latin. *Samuel Clarke.* Lond. 1706. 4. Quaeſt. 21. p. 317.), in welchen er ſich ganz für das Emiſſionsſyſtem erklärt, den Gedanken vor, es ließe ſich die Verſchiedenheit der Farben, und die Entſtehung der verſchiedenen Brechbarkeit des Lichts erklären, wenn man annähme, die Lichtſtralen beſtünden aus **Theilchen von verſchiedner Größe.** Alsdann würden die kleinſten Theile die violette, als die dunkelſte und ſchwächſte Farbe, geben, und zugleich durch die Wirkung der brechenden Flächen am leichtſten von dem geraden Wege abgelenkt werden: die übrigen Theile hingegen würden ſo, wie jede Claſſe derſelben größer wäre, die ſtärkern und lebhaftern Farben, nemlich Blau, Grün, Gelb und Roth geben, auch in eben dem Maaße immer ſchwerer von ihrem Wege abzulenken, d. i. weniger brechbar ſeyn. Die Anwandlungen des leichtern Durchgehens oder Zurückprallens zu erklären, dürfe man ſich nur die Lichtſtralen als kleine Theilchen vorſtellen, welche durch ihre Anziehung, oder ſonſt eine Kraft in den Körpern, auf die ſie wirken, Schwingungen erregen; wären dieſe Schwingungen ſchneller, als die Stralen ſelbſt, ſo würden ſie die Geſchwindigkeit der Stralen abwechſelnd ſchwächen und vergrößern, und alſo jene Anwandlungen in ihnen erzeugen. Da nun hievon die Farbe dünner Scheibgen abhängt, ſo werden nach ihm erleuchtete Körper nur diejenigen Gattungen von Stralen zurückſenden, deren Farbe mit der Dicke ihrer dünnſten Blättchen übereinſtimmt, oder die beym Eingange in ihre Oberfläche in eine Anwandlung des leichtern Zurückgehens verſetzt werden.

Man ſieht leicht, daß dieſe Erklärung allzu gekünſtelt iſt. Sie läſt ſich aber einfacher darſtellen, wenn man den Begrif von Anwandlungen hinweg läſt, und nur folgendes beybehält. Die kleinſten Theilchen des Lichts ſind am meiſten brechbar, und erregen im Auge die Empfindung von Violet; größere ſind weniger brechbar, und erregen andere

Farben, die gröſten Theile geben Roth. Ein leuchtender Körper zeigt eine gewiſſe Farbe, wenn er nur eine Art, oder einige Arten von Lichtſtralen ausſendet. Ein dunkler zeigt dieſe oder jene Farbe, wenn ſeine Oberfläche von dem Lichte, das ihn erleuchtet, nur Stralen dieſer oder jener Gattung zurückwirft.

Euler hingegen (Nova theoria lucis et colorum, in Opuſc. varii arg. Berol. 1746. 4.), welcher ſich einen Lichtſtral als eine Reihe von Schlägen auf den Aether vorſtellet, ſetzt das Weſen der Farben in die **Geſchwindigkeit**, mit welcher dieſe Schläge auf einander folgen. Er leitet aus ſeiner Hypotheſe über die Urſache der Brechung (ſ. **Brechung der Lichtſtralen**) den Satz her, daß diejenigen Stralen, in welchen die Pulſus ſchneller auf einander folgen, weniger brechbar ſeyn müſſen, als die, worinn ſich die Schläge langſamer ſuccediren; daher er denn dem rothen Lichte die gröſte, dem violetten die geringſte Geſchwindigkeit der Schläge zuſchreibt. In einer folgenden Schrift aber (Eſſai d'une explication phyſique des couleurs engendrées ſur des ſurfaces extrement minces, Mém. de l'Ac. de Pruſſe. 1752.) erinnert er, daß man die Sache auch umgekehrt erklären könne, und daß die rothen Stralen wahrſcheinlich durch eine kleinere Anzahl von Schwingungen hervorgebracht würden, als die violetten. Es iſt kein gutes Symptom bey einer Hypotheſe, wenn man einerley Sache auf zweyerley ganz entgegengeſetzte Arten aus ihr erklären kan.

Das Zuſammengeſetzte des Sonnenlichts ſoll nach ihm nicht in der Miſchung mehrerer gefärbten Stralen, ſondern darinn beſtehen, daß die Pulſus deſſelben nicht alle in gleichen Zeiträumen, ſondern manche ſchneller, manche langſamer, auf einander folgen. Die geſchwinder folgenden werden nun weniger, als die übrigen, gebrochen, und ſo entſtehen durch das Brechen aus einem Strale mehrere. Leuchtende Körper zeigen eine gewiſſe Farbe, wenn ihre zitternden Theile dem Aether Schläge von gewiſſen Geſchwindigkeiten eindrücken. Iſt die Bewegung nicht heftig, und folgen ſich alſo die Schläge langſam, ſo entſtehen blaue

Farben, wie bey der Flamme des Weingeiſts: heftigere und ſchnellere Schwingungen erzeugen gelbe und rothe Farben. Daher auch die Flamme eines Lichts unten blau, in der Mitte gelb, oben roth iſt. Dieſe Erklärung iſt ſehr leicht und ungezwungen.

Dunkle Körper ſehen roth aus, wenn die meiſten Theile auf ihrer Oberfläche die Spannung haben, daß ſie dem Aether diejenige Geſchwindigkeit eindrücken, welche der rothen Farbe zugehört u. ſ. w. Weiß iſt ein Körper, wenn er dem Aether Schläge mit allerley proportionirlichen Geſchwindigkeiten mittheilt; ſchwarz, wenn er ihm gar keine eindrückt. Ueberhaupt iſt nach **Eulern** das Licht, wodurch ein farbiger Körper ſichtbar wird, nicht mehr ein Theil desjenigen Lichts, das ihn erleuchtet, ſondern es beſteht aus neuen auf der Oberfläche des Körpers erſt erregten Schwingungen. Zinnober ſieht roth aus, nicht weil er einen Theil der Schwingungen des Sonnenlichts zurückſendet, ſondern weil die Schläge des Sonnenlichts ſeine Oberfläche in Bewegung ſetzen, die in dem Aether hinwiederum neue Schläge mit der zur rothen Farbe erforderlichen Geſchwindigkeit hervorbringt. Zurückwerfende und durchſichtige Körper hingegen pflanzen die Schwingungen des auffallenden Lichts ſelbſt fort. So zerfallen alle Körper in Abſicht auf das Licht in vier Claſſen: Leuchtende, Zurückwerfende, Durchſichtige, Undurchſichtige oder Dunkle.

Dieſe Euleriſche Theorie macht aus den Farben für das Auge dasjenige, was die Töne für das Ohr ſind, Vibrationen eines elaſtiſchen Mittels, die ſich mit gewiſſen Geſchwindigkeiten folgen, wobey Violet der tiefere, Roth der höhere Ton, Weiß ein Gemiſch von allen Tönen, gleichſam ein Schall ohne beſtimmten Ton iſt. Dieſes ganze Syſtem, welches das Licht dem Schalle ähnlich macht, iſt in **Eulers** Briefen an eine deutſche Prinzeſſin über verſchiedene Gegenſtände der Phyſik und Philoſophie (I. Th. 17. u. f. Briefe) ſehr faßlich vorgetragen.

Es wird wenige Erſcheinungen geben, die ſich nicht eben ſowohl nach dem Emiſſionsſyſtem als nach Eulers Theorie

faſt mit gleicher Leichtigkeit erklären ließen. Man ſ. den Artikel: **Licht**. Inzwiſchen bleibt Eulers Meinung, was die Farben betrift, dem ſtarken Einwurfe ausgeſetzt, daß die Brechbarkeit einer Gattung von Stralen gar nicht von der Brechbarkeit einer andern Gattung abhängt (ſ. **Farbenzerſtreuung**), welches doch wohl geſchehen müſte, wenn Größe der Brechung und Farbe, beydes zugleich, von beſtimmten Geſchwindigkeiten in der Succeſſion der Schläge herkäme. Auch läſt ſich gegen Eulers Farbentheorie eine wichtige Einwendung daraus herleiten, daß es gemiſchte Farben giebt, z. B. Grün aus Gelb und Blau, die den einfachen gleich ſehen, und doch weſentlich von ihnen unterſchieden ſind, weil ſie ſich durchs Prisma wieder in die Grundfarben, aus denen ſie entſtanden ſind, z. B. in Gelb und Blau, zerlegen laſſen, da die einfache Farbe unzerleglich bleibt. Denn wenn das, was dem Auge grün ſcheint, Schläge von gewiſſer Geſchwindigkeit vorausſetzt und die Größe der Brechung von dieſer Geſchwindigkeit abhängt, wie kan dieſelbe in dem einen Falle zwo verſchiedene Richtungen des gebrochnen Lichtſtrals veranlaſſen, und ſich in zwo andere Geſchwindigkeiten, eine größere und eine kleinere, trennen, im andern Falle aber unverändert bleiben? Oder um das Gleichniß zwiſchen Farben nnd Tönen beyzubehalten: wie kan aus zween Tönen, die einen muſikaliſchen Accord ausmachen (C und E), etwas entſtehen, das einem dritten, zwiſchen beyde vorige fallenden, Tone D gleich iſt? Und, wie kan es einen Fall geben, wo der Ton D in C und E zerlegt wird? Beyde Syſteme, ſowohl Newtons als Eulers, bleiben alſo noch immer Schwierigkeiten ausgeſetzt, und man muß es unentſchieden laſſen, ob das Weſen der Farben in der verſchiedenen Größe der Theile des Lichts, oder in der verſchiedenen Geſchwindigkeit der Schläge, oder nach dem Gedanken eines neuern Schriftſtellers (Die Erzeugung der Farben, eine Hypotheſe von **C. F. Weſtfeld**. Göttingen, 1767. 8.) in der verſchiedenen Erwärmung der empfindenden Faſern der Netzhaut beſtehe.

Veränderungen der Farben.

Es kan die Lage oder die Spannung der Theile auf der Oberfläche, oder auch im Innern eines Körpers, ſo geändert werden, daß er dem Auge eine andere Farbe, als vorher, zuſchickt. Solche Veränderungen der Farben der Körper bringt die Natur täglich hervor, und die Kunſt thut es ebenfalls bey dem **Färben** und **Malen**, wobey die Oberflächen entweder mit Pigmenten beſtrichen, oder durch chymiſche Mitttel auf eine zweckmäßige Art verändert werden. Ein Hauptbuch hierüber iſt **Hellots** Färbekunſt, aus dem Franz. überſetzt von **Käſtner**, Altenburg 1765. 8.

Beſonders laſſen ſich durch Vermiſchungen verſchiedener Liquoren viele auffallende Veränderungen der Farben hervorbringen. Daß die blauen Pflanzenſäfte, z. B. der Violenſyrup, von den Säuren roth, von den Alkalien hingegen grün gefärbt werden, und daß die Vitriolauflöſungen mit den zuſammenziehenden Decocten aus dem Pflanzenreiche eine ſchwarze Farbe oder Dinte geben, iſt allgemein bekannt.

Mehrere Veränderungen dieſer Art findet man in **Boerhave's** Chemie und **Muſſchenbroek** (Introd. in Philoſ. nat. To. II. § 1845.) angezeigt. Man gieße etwas Weingeiſt auf rothe Roſen, und laſſe ihn nur kurze Zeit darauf ſtehen, ſo daß er noch weiß bleibt. Vermiſcht man ihn alsdann mit einem Tröpfchen von ſaurem Geiſte, z. B. Vitriolöl, Kochſalzgeiſt, Scheidewaſſer, in ſo geringer Menge, daß man es kaum ſehen kan, ſo nimmt der weiße Aufguß augenblicklich die ſchönſte Roſenfarbe an. Tröpfelt man hierauf etwas Potaſchenlauge oder Salmiakgeiſt hinzu, ſo erhält man ein ſchönes Grün: vermiſcht man aber den Roſenaufguß mit aufgelöſtem Vitriol, ſo entſteht eine ſchwarze Dinte.

Dunkelblaues Papier leicht mit Scheidewaſſer beſtrichen, wird roth. Verdünnt man gewöhnlichen Veilchenſyrup mit Waſſer, vertheilt ihn in zwey Gläſer, und thut zu dem einen eine Säure, zum andern ein Laugenſalz hinzu, ſo wird er in jenem roth, in dieſem grün. Gießt man aber beyde zuſammen, ſo erhält man einen blauen Liquor. Löſet

man etwas blauen Vitriol in vielem Waſſer auf, ſo daß das Ganze hell und durchſichtig bleibt, und gießt hernach ein wenig Salmiakgeiſt hinzu, ſo erhält der Liquor eine ſchöne blaue Farbe; ein wenig hineingetröpfeltes Scheidewaſſer nimmt ihm dieſe wieder, und ſtellt die vorige Helle und Durchſichtigkeit her. Wenn man in eine Zinnauflöſung im Königswaſſer, welche mit Waſſer verdünnt iſt, einige Tropfen Goldauflöſung fallen läſt, ſo erſcheint eine ſehr ſchöne Purpurfarbe, u. ſ. w. Die Grünſpanauflöſung wird farbenlos durch Vitriolgeiſt, purpurfarbig durch Salmiakgeiſt, wieder durchſichtig durch Vitriolöl. Durch ähnliche Mittel kann man alle Farben darſtellen. (S. Farbenverwandlung, oder Anleitung, durch Vermiſchung zweyer waſſerhellen Flüſſigkeiten alle Hauptfarben augenblicklich darzuſtellen von **Tilebein**, in Crells chemiſchen Annalen von 1785. II. Stück.)

Hieher gehören auch die ſogenannten **ſympathetiſchen Dinten**, deren Schrift nur durch gewiſſe Veranſtaltungen ſichtbar wird. Man löſe Silberglätte in deſtillirtem Weineſſig auf, ſchreibe die Buchſtaben damit, und trockne ſie im Schatten, ſo wird man nichts von ihnen ſehen. Taucht man aber einen Pinſel in Kalkwaſſer, worinn Operment aufgelöſet iſt, und überfährt ſie damit, ſo werden ſie erſt gelb, und dann ſchwarz. Mit Scheidewaſſer überſtrichen verſchwinden ſie wieder. Man mache eine Goldſolution in Königswaſſer, ingleichen eine Zinnſolution in eben dergleichen, und verdünne beyde mit fünfmal ſo viel Waſſer. Buchſtaben mit der erſten Solution geſchrieben und im Schatten getrocknet, bleiben unſichtbar; überfährt man ſie aber mittelſt eines Pinſels mit der letztern Solution, ſo werden ſie purpurfarbig. — Wird eine Solution von Zinkerz, taubenhälſigem Wismutherz, oder Kobalterz in Scheidewaſſer, mit Waſſer verdünnt, mit Kochſalz vermiſcht und abgeklärt, ſo ſind die damit geſchriebenen Buchſtaben unſichtbar, ſo lange ſie kalt ſind, werden aber bläulich grün, wenn man ſie ein wenig über Kohlen erwärmet, und verſchwinden wieder beym Erkalten.

Newton Optice. L. I. P. 2. L. II. P. 1. 2. 3.

Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel, an mehreren Stellen.

Montucla hiſt. des mathematiques, To. II. P. IV. L. 9.

Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre durch Lichtenberg, §. 362—381.

Briſſon Dict. raiſ. de Phyſique, Art. *Couleurs.*

Farben, zufällige, Colores accidentales, *Couleurs accidentelles.* Erſcheinungen von Farben, welche nicht dem Licht eigenthümlich ſind, ſondern von einer beſondern Beſchaffenheit oder einem beſondern Zuſtande des Auges herkommen. Man ſetzt ſie den **natürlichen** vom Lichte ſelbſt herrührenden entgegen, von welchen im vorigen Artikel gehandelt worden iſt. Herr von **Buffon** (Diſſ. ſur les couleurs accidentelles, in den Mém. de l'Acad. des Sc. 1743. p. 147. überſ. im Hamburgiſchen Magazin, I. Band, S. 425.) hat dieſen Unterſchied zuerſt gemacht, und die Benennung eingeführet; ob er gleich ſelbſt bemerkt, daß D. **Jurin** ſchon einige hieher gehörige Beobachtungen aufgezeichnet habe.

Als er eine lange Zeit ein rothes Viereck auf einem weißen Grunde angeſehen hatte, erſchien ihm um daſſelbe ein blaßgrüner Rand, und da er nun die Augen weg und auf den weißen Grund wendete, ſahe er auf demſelben ein grünes Viereck. So brachte Gelb auf weißem Grunde ein blaſſes Blau, Grün ein blaſſes Purpur, Blau ein blaſſes Roth, Schwarz ein helleres Weiß, als der Grund ſelbſt, und Weiß auf ſchwarzem Grunde ein noch dunkleres Schwarz hervor.

Als er das rothe Viereck auf weißem Grunde wiederum unverwandt betrachtete, zeigte ſich zuerſt der erwähnte blaßgrüne Rand; hierauf ward das Viereck in der Mitte blaß, und an den Rändern ſtärker roth, ſo daß gleichſam ein dunkelrother Rahmen die bläſſere Mitte zu umgeben ſchien. Als er ſich ein wenig entfernte, theilte ſich der dunkelrothe Rahmen an allen vier Seiten in zween Theile, daß dadurch über das Viereck ein eben ſo dunkelrothes Kreuz gezogen zu werden ſchien. Er fuhr noch immer fort, darauf zu ſehen, und das Ganze verwandelte ſich in ein Rechteck, von

gleicher Höhe mit dem Vierecke, aber nur den ſechſten Theil ſo breit, und ſo lebhaft roth, daß es das Auge blendete.

Als er nun das Auge weg auf eine andere Stelle des weißen Grundes wandte, ſahe er daſelbſt das Bild dieſes Rechtecks lebhaft grün. Der Eindruck dauerte ſehr lange, und blieb noch im Auge, wenn es geſchloſſen ward. Aehnliche Erſcheinungen zeigten ſich auch, wenn er gelbe und ſchwarze Vierecke betrachtete, nur daß der letzte Eindruck alsdann ein blaues oder weißes Rechteck darſtellte. Auch ſeine Freunde, die dieſe Verſuche nachmachten, ſahen eben dieſelben Erſcheinungen.

Fiel die zufällige grüne Farbe, welche von dem Anſchauen des rothen entſtanden war, auf einen hellrothen Grund, ſo verwandlete ſie ſich in Gelb, die blaue, wenn ſie auf einen gelben Grund fiel, ward grün u. ſ. w. Alle dieſe zufällige Farben rühren augenſcheinlich davon her, daß der Eindruck, den die Farben auf der Netzhaut machen, noch eine Zeitlang nach dem Anſchauen fortdauret.

Aepinus (Obſervationes quaedam ad Opticam pertinentes, in Comm. Petrop. nov. To. X. p. 282.) zieht aus ſeinen Beobachtungen über die zufälligen Farben den Satz, daß der lebhafte Eindruck, den das Auge durch das Anſchauen der Sonne oder eines leuchtenden Körpers überhaupt erhält, zuerſt ein gelbes, dann ein grünes und zuletzt ein blaues Bild darſtelle — eine Bemerkung, die auch **de la Hire** (Sur les diff. accidens de la vue, Mém. de l'Acad. des Sc. 1694.) ſchon gemacht hat. Man ſieht hieraus deutlich, daß der Eindruck des Lichts, wenn ihn der Gegenſtand ſelbſt nicht mehr unterhält, allmählich ſchwächer wird, und erkennt zugleich die Ordnung, in welcher die Farben in Abſicht auf die Stärke ihrer Wirkung ins Auge abnehmen.

Beguelin (Sur la ſource d'une illuſion du ſens de la vue, in den Nouv. Mém. de l'Ac. de Pruſſe. 1771. p. 8.) bemerkte einmal, als er die niedrigſtehende Sonne im Geſicht hatte, und eine im Schatten liegende Schrift las, daß ſich die ſchwarzen Buchſtaben in hellrothe zu verwandlen ſchienen. Er erklärt dieſe Erſcheinung ſehr richtig. Wenn man die Sonne im Geſicht hat, ſchließt man, um das Licht

zu ſchwächen, die Augen, und der Glanz der Sonne, der durch die mit Blutgefäßen angefüllten Augenlieder fällt, erweckt auf der Netzhaut die Empfindung der rothen Farbe. Man kan ſich hievon verſichern, ſo oft man will, wenn man die zugeſchloßnen Augen gegen die Sonne wendet. Sieht man in dieſem Zuſtande des Auges auf eine im Schatten liegende Schrift, ſo bleibt zwar das Papier wegen der ſtarken Zurückwerfung des Lichtes weiß; die ſchwarzen Buchſtaben aber, welche wenig oder gar kein Licht ins Auge ſenden, laſſen den Stellen der Netzhaut, auf die ſie fallen, die Empfindung der rothen Farbe. Vielleicht iſt auf dieſe Art die Erſcheinung von Blutstropfen auf den Würfeln entſtanden, welche **Heinrich** IV. ſahe, als er mit dem Herzog von Guiſe im Bret ſpielen wollte, und welche **de Thou** und der **P. Daniel** erzählen.

Noch einige hiemit zuſammenhängende Bemerkungen wird man bey dem Worte: **Geſichtsfehler**, finden.

Farbenbild, prismatiſches, gefärbtes Sonnenbild, Imago Solis colorata, Spectrum coloratum, *Image colorée*, *Spectre coloré*. Wenn man in einem verfinſterten Zimmer das durch ein kleines Loch F (Taf. IV. Fig. 68.) einfallende Sonnenlicht durch ein dreyeckigtes gläſernes Prisma ABC auffängt, ſo gehen die Stralen, welche vorher parallel waren, nach dem Brechen aus einander, wie AB, CT. Fängt man dieſe gebrochnen Stralen an der Wand, oder mit einem Papier auf, ſo machen ſie darauf ein länglich viereckigtes Bild PT, das oben und unten mit krummen Linien begrenzt iſt, und viele ſich in einander verlaufende Farben zeigt, deren kenntlichſte Abſtufungen, von T bis P gerechnet, Roth, Orange, Gelb, Grün, Blau, Indigo, Violet ſind. Dieſes Bild führt den Namen des Farbenbilds.

Obgleich dieſes Farbenbild ſchon längſt bekannt geweſen war (ſ. **Prisma**), ſo hatte man doch auf die längliche Geſtalt deſſelben keine weitere Aufmerkſamkeit gewendet. **Grimaldi** (De lumine, colorib. et iride. Bonon. 1665. 4.) machte zuerſt die Bemerkung, daß der Lichtſtral durch die

doppelte Brechung beym Ein- und Ausgange im Prisma aus einander gebreitet werde, welches er durch Figuren (p. 235.) ganz wohl erkläret. Er zeigt auch, daß der ſchiefe Winkel des Prima hiezu weſentlich nothwendig ſey, weil beym Durchgange durch ein Glas mit parallelen Flächen die ausfahrenden Stralen den einfallenden parallel und farbenlos ſeyn würden (p. 272.). Er braucht ſogar ſchon den Ausdruck, daß im Prisma ein Theil des Strales mehr gebrochen werde, als der andere. Aber er verſteht hierunter nicht eine verſchiedene Brechbarkeit der Theile, aus denen der Stral zuſammengeſetzt iſt, ſondern nur der beyden Seiten deſſelben.

Newton, der ſich im Jahre 1666 mit Schleifung optiſcher Gläſer beſchäftigte, und ſich dabey ein gläſernes Prisma angeſchaft hatte, beluſtigte ſich im verfinſterten Zimmer an den lebhaften und brennenden Farben des Bildes, als ihm auf einmal die längliche Geſtalt deſſelben als etwas ſehr wunderbares auffiel. Ein leichtes Nachdenken lehrte ihn, daß dieſe Geſtalt nach den gemeinen Geſetzen der Brechung kreisrund ſeyn ſollte, weil die Oefnung im Fenſterladen ein Kreis war. Statt deſſen fand er die Seiten des Farbenbilds geradlinigt, die Enden mit Halbkreiſen begrenzt, und die Länge etwa fünfmal größer, als die Breite. Dies ſetzte ihn um deſto mehr in Verwunderung, da ihm Grimaldi's erſt im vorhergehenden Jahre erſchienenes Buch noch unbekannt war.

Er gab ſich viele Mühe, die Urſache dieſer Erſcheinung zu entdecken. Zuerſt rieth er auf einen Unterſchied in der Dicke und Beſchaffenheit des Glaſes, auf Einwirkung der benachbarten Dunkelheit in das Licht, auf allerley zufällige unregelmäßige Urſachen, aber die ſcharfſinnigen Proben, denen er dieſe Vermuthungen unterwarf, zeigten ihm, daß ſie alle ohne Grund wären. Er ſtellte daher eine genaue Ausmeſſung und Berechnung aller bey ſeinem Verſuche vorkommenden Linien und Winkel an, beſtimmte daraus das Brechungsverhältniß für das Prisma, wie 31 zu 20, und fand, daß nach den gewöhnlichen Geſetzen das Bild ein Kreis von $2\frac{5}{8}$ Zoll Durchmeſſer ſeyn, und einen dem Son-

nendurchmeſſer gleichen Winkel von 31 Min. an der Oefnung überſpannen ſollte. Nun war zwar die Breite des Bilds, von einer Seitenlinie zur andern gerechnet, wirklich $2\frac{3}{8}$ Zoll; die Länge aber war 13 Zoll, und überſpannte an der Oefnung im Laden einen Winkel von $2^{\circ} 49'$. Dieſe Abweichung war zu groß, als daß er ſie von blos zufälligen Urſachen hätte herleiten, oder die längliche Geſtalt aus den ungleichen Einfallswinkeln der Stralen, die von verſchiedenen Punkten der Sonnenſcheibe kamen, erklären können. Nach einigen andern ebenfalls durch die Prüfung widerlegten Muthmaßungen zeigte ihm endlich ſein entſcheidender **Verſuch** (ſ. den Artikel: **Brechbarkeit**, Num. 2.) die wahre Urſache des Phänomens. Sie liegt darinn, daß das Licht bey der Brechung in eine unzählbare Menge von Farbenſtralen zerſpalten wird, für deren jeden ein anderes Brechungsverhältniß ſtatt findet.

Sind alle Stralen gleich brechbar, wie dies vor Newtons Entdeckung in der Theorie angenommen ward, ſo muß das im finſtern Zimmer aufgefangene Sonnenlicht, auf einer gegen ſeinen Weg ſenkrecht gehaltenen Tafel, auch nach der Brechung durch ein Prisma ein kreisrundes Sonnenbild darſtellen. Hat aber jeder einfache Farbenſtral ſeinen eignen Grad der Brechbarkeit, ſo gilt dieſer Satz nur noch von denen Stralen, die unter ſich gleich brechbar ſind, d. i. von denen, die einerley Farbe zeigen. Mithin entwerfen die rothen Stralen für ſich ein eignes kreisrundes Sonnenbild, die blauen ein anderes, die grünen ein anderes u. ſ. w. und es entſtehen anſtatt eines einzigen Bildes ſo viele, als Farben ſind, d. i. unzählige.

In der Taf. IV. Fig. 68. angenommenen Stellung des Prisma, da ſich der brechende Winkel C unterwärts kehret, ſammlen ſich die rothen Stralen, welche am wenigſten gebrochen werden, unten bey T, die violetten am meiſten gebrochnen oben bey P. Wenn man ſich nun, wie Taf. VIII. Fig. 21 $\overset{a}{=}$., für die ſieben kenntlichſten Abſtufungen der prismatiſchen Farben ſieben über einander ſtehende Kreiſe von gleichem Durchmeſſer gedenkt, und mit Hülfe der Einbildungskraft unzählbare dazwiſchen fallende Kreiſe für

die Zwiſchenfarben hinzufügt, ſo hat man das Farbenbild PT mit den geradlinigten Seiten und halbkreisförmigen Enden bey P und T, vollkommen ſo, wie es Newton beobachtete. Die verſchiedenen Farbenſtralen im Sonnenlichte entwerfen eine unendliche Menge von kreisrunden Bildern, die ſich nach den verſchiedenen Graden der Brechbarkeit über einander ordnen, und ſo das Farbenbild ausmachen.

Kan man dieſe Kreiſe, ohne die Lage ihrer Mittelpunkte zu verändern, im Durchmeſſer kleiner machen, wie bey pt, ſo werden ſie nicht mehr ſo ſehr in einander greifen, und man wird die eigentlichen Stellen der Hauptfarben deutlicher unterſcheiden können. Dies erhielt Newton durch folgendes Mittel. Er fieng die Stralen, welche durch die Oefnung des Ladens einfielen, ohngefähr 10 — 12 Fuß von dem Fenſter mit einem Linſenglaſe auf, ſtellte gleich hinter daſſelbe das Prisma, und bewegte das Papier, worauf er das Farbenbild auffieng, ſo lange hin und her, bis er den Ort fand, wo die Seitenlinien des Bilds recht ſcharf erſchienen. Durch das Linſenglas nemlich ward jedes Sonnenbild verkleinert und gleichſam zuſammen gezogen; die Länge des Farbenbilds aber, welche von dem Einfallswinkel der Stralen am Prisma abhängt, blieb unverändert, wenn dieſer Einfallswinkel der vorige blieb. So konnte er die Breite des Bilds bisweilen 60 oder 70mal kleiner, als die Länge machen.

Anſtatt des kreisrunden Lochs im Laden könnte man nach ſeinem Vorſchlage ein viereckigtes gebrauchen, ein Rechteck, deſſen lange Seite dem Prisma parallel wäre. So entſtünden ſtatt der Kreiſe farbige Rechtecke, in welchen man die Hauptfarben noch deutlicher würde unterſcheiden können. Auch ſchlägt er die Geſtalt eines gleichſchenklichten Dreyecks vor, das die Spitze nach der einen Seite kehret, wobey die dreyeckigten Bilder an den Spitzen gar nicht in einander laufen, dagegen aber auch ſehr ſchwache Farben geben würden.

Nachdem er die Seitenlinien AF, GM, Taf. VIII. Fig. 21 $\frac{b}{}$ recht ſcharf begrenzt erhalten hatte, zeichnete er den Um-

riß FAGMTF auf ein Papier, und ließ das Bild genau auf die Zeichnung fallen. Darauf muſte ein Gehülfe, deſſen Auge die Farben ſehr ſcharf unterſchriden konnte, die Grenzen jeder Hauptfarbe bey a, g, e, h, i, l mit Querlinien angeben. Dieſe Arbeit wurde oft wiederholet, und die Reſultate trafen immer ſehr wohl zuſammen.

So fand er, wenn GM bis K verlängert, und MK = GM genommen, das ganze GK aber ſo eingetheilt ward, daß GK, lK, iK, hK, eK, gK, aK, MK ſich wie 1, $\frac{8}{9}$, $\frac{5}{6}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{5}$, $\frac{9}{16}$, $\frac{1}{2}$ verhielten, in dem Zwiſchenraume Ma Roth, in ag Orange, in ge Gelb, in eh Grün, in hi Blau, in il Indigo, in lG Violet. Es fällt ſogleich in die Augen, daß dieſe Zwiſchenräume auf eine bewundernswürdige Art mit den Zahlen der weichen muſikaliſchen Tonleiter übereinſtimmen, indem die angeführten Zahlen die Längen der Saiten für den Grundton, die große Secunde, kleine Terz, Quarte, Quinte, große Sexte, große Septime und Ober-Octave ausdrücken.

Da man hier ohne merklichen Fehler die Unterſchiede der Sinus der Brechungswinkel den Zwiſchenräumen Ma, ag u. ſ. w. proportional ſetzen kan, und Newtons Abmeſſungen die Brechungsverhältniſſe der am meiſten und am wenigſten brechbaren Stralen beym Uebergange aus Glas in Luft, wie 50 zu 78 und wie 50 zu 77 gegeben hatten, ſo giebt der Unterſchied zwiſchen 77 und 78, in eben den Verhältniſſen, wie die Linie GM eingetheilt, die Brechungsſinus der Farbenſtralen aus Glas in Luft, 77, $77\frac{1}{8}$, $77\frac{1}{5}$, $77\frac{1}{3}$, $77\frac{1}{2}$, $77\frac{2}{3}$, $77\frac{7}{9}$, 78. Z. B. für alle Arten von Stralen, welche die Empfindung der rothen Farbe erregen, iſt das Brechungsverhältniß zwiſchen den Grenzen 50 : 77 und 50 : $77\frac{1}{8}$ enthalten, und ſo bey allen übrigen Farben.

Hieraus erklärt ſich nun auch leicht der farbige Fleck, den man wahrnimmt, wenn das Sonnenlicht unter freyem Himmel, oder in nicht verdunkelten Zimmern durch ein Prisma, oder ein Glas mit nicht parallelen Seiten hindurch fällt. Dieſer Fleck beſteht aus einer großen Menge über und neben einander liegender Farbenbilder. Es ſey (Taf. VIII. Fig. 19.) ABC ein Prisma, worauf das Sonnen-

licht Ff fällt. Das gebrochne Licht werde in MN aufgefangen. Hier mögen die violetten Stralen den Raum Pp, die grünen Qq, die rothen Tt einnehmen, die andern Gattungen in ihrer Ordnung die dazwiſchen fallenden Räume. Iſt MN dem Prisma ſo nahe, daß die Räume PT und pt nicht in einander fallen, ſo wird der Raum Tp von Stralen jeder Gattung in gehörigem Verhältniſſe erfüllt, und folglich weiß ſeyn. Aber die Räume TP und pt bekommen nicht alle Arten von Stralen, und erſcheinen alſo gefärbt. Ueber T fangen zuerſt die rothen und gelben Stralen an zu fehlen, daher eine blaßgrüne Farbe entſteht, und bey P ſind nur noch blaue Stralen da. Unter p hingegen fangen die blauen Stralen an zu mangeln, es zeigt ſich daher Blaßgelb und bey t nur noch Roth. Alſo folgen die Farben von P bis t in dieſer Ordnung: Violet, Indigo, Blau, Blaßgrün, Weiß, Blaßgelb, Orange, Roth. So zeigt ſie auch die Erfahrung.

Hält man das Papier weiter ab in mn, hinter X, wo die Räume PT und pt in einander fließen, ſo fehlen in der Mitte pT die violetten und rothen Stralen; daher verſchwindet die Weiße, und die mittlern Stralen bilden ein deſto lebhafteres Grün, über welchem ſich bis P die blauen, unten bis t die gelben und rothen Stralen zeigen müſſen. Auch dies wird durch die Erfahrung beſtätiget.

Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel, S. 184. u. f.

Farbenclavier, *Clavecin oculaire.* Ein vorgeſchlagnes aber noch nie ausgeführtes Werkzeug zu Hervorbringung einer ſogenannten **Farbenmuſik**, wobey das Auge durch die Mannigfaltigkeit von Farben eben ſo ergötzt werden ſollte, wie das Ohr bey einer Muſik durch die Mannigfaltigkeit der Töne.

Es iſt im vorhergehenden Artikel erwähnt worden, daß nach **Newtons** Entdeckungen die Verhältniſſe der Brechung bey den Farben den Verhältniſſen der muſikaliſchen Töne in der Octave ähnlich ſind. Der **P. Caſtel**, ſonſt ein eifriger Gegner Newtons, glaubte in dieſer Aehnlichkeit der Farben mit den Tönen den Grund zu einer Farbenmuſik

zu finden. Unter dem Titel: *Clavecin Oculaire* gab er im Jahre 1725 eine Schrift heraus, in der er dieſes Syſtem mit vielem Witze und einer feurigen Einbildungskraft ausſchmückt, und in den Farben harte und weiche Tonarten, Conſonanzen und Diſſonanzen, Melodie und Harmonie, diatoniſches, chromatiſches und enharmoniſches Genus finden will. Dieſer Gedanke hat einiges Aufſehen gemacht, und mag wohl noch gegenwärtig ſeine Vertheidiger haben; wenigſtens hat ihn **Briſſon** in ſeinem Wörterbuche von der gefälligſten Seite vorzuſtellen geſucht. Auch **Krüger** (Hamburgiſches Magazin I. B. 4 St.) hat einige Ideen von einem Farbenclaviere, vielleicht blos im Scherze, gegeben.

Herr **von Mairan** (Mém. de l'Acad. de Paris. 1737. p. 61.) hat zum Unglücke für die Vervielfältigung des ſinnlichen Vergnügens, ſehr überzeugend dargethan, daß dieſer Gedanke des P. Caſtel ein bloßes Spiel der Phantaſie ſey und bleiben werde. Er zeigt eine zahlreiche Menge von weſentlichen Verſchiedenheiten zwiſchen Farben und Tönen, in Abſicht auf die Empfindungen, die ſie uns erregen, und beſchließt dieſe Vergleichung mit den Worten: „Die Aehn„lichkeit des Lichtes und des Schalles, und ihrer Modifi„cationen, kömmt am Ende blos auf gewiſſe äußerliche „phyſikaliſche und mathematiſche Verhältniſſe hinaus, die „eine höchſt entfernte Beziehung auf ihre in die Sinne fal„lenden Eigenſchaften haben. In der That haben auch die „Malerey und Muſik von jeher ganz verſchiedene Mittel „agewandt, uns zu vergnügen; jene die contraſtirenden „Ruheſtellen und das **Nebeneinanderliegen** der Farben, „dieſe die beſtändige langſamer oder geſchwinder fortſchrei„tende Folge der Töne und Accorde."

Farbendreyeck, Farbenpyramide, Triangulum chromaticum, Pyramis chromatica, Chromatoſcopium, *Triangle chromatique, Pyramide chromatique.* Eine mathematiſche Anordnung der gemiſchten Farben, welche ſich aus drey Hauptfarben zuſammenſetzen laſſen. Sie hat die Abſicht, den ſo vielfach verſchiedenen Farben beſtimmte Be-

nennungen geben, und jede genannte Farbe auf eine und eben dieſelbe Art wieder hervorbringen zu können, welche nicht allein für die Kunſt, ſondern auch für die Naturgeſchichte bey den Beſchreibungen der natürlichen Körper ein Gegenſtand von großer Wichtigkeit iſt.

Die prismatiſchen Farben ſind zwar alle einfach; es laſſen ſich aber gemiſchte, die den meiſten von ihnen gleich ſind, aus Zuſammenſetzungen von **Roth**, **Gelb** und **Blau** hervorbringen, die man noch verſchiedentlich erhöhen kan, je mehr oder weniger **Weiß** man zuſetzt; dagegen man Roth, Gelb und Blau aus Miſchungen anderer Farben nicht erhalten kan. In dieſer Rückſicht heißen die genannten drey, **einfache** oder **urſprüngliche Farben** (colores ſimplices ſ. primitivi), die übrigen **gemiſchte** (ſecundarii), wobey freylich die Benennungen, **einfach** und **gemiſcht**, in einem andern Sinne genommen werden, als oben bey dem Worte: **Farben**, unter dem Abſchnitte: Newtons Entdeckungen über die Farben, Num. 5.

Man denke ſich nun ein gleichſeitiges Dreyeck r b g, Taf. IX. Fig. 22., das durch eine Theilung ſeiner Seiten in eine Anzahl gleicher Theile (eigentlich in unendlich viele) in lauter kleine Fächer zerlegt iſt. Die drey Fächer an den Ecken r, b, g enthalten die einfachen Farben Roth, Blau, Gelb, deren Stärke daſelbſt = 1 ſey. In den übrigen Fächern ſeyen die Farben r, b, g, in dem Verhältniſſe der Perpendikel, welche ſich von den Seiten des Fachs auf die Seiten des ganzen Dreyecks fällen laſſen, vorhanden; z. B. das in der Figur mit Linien ausgezeichnete Fach enthalte zween Theile Roth, zween Theile Blau und einen Theil Gelb, ſo wird man die hieraus entſtehende gemiſchte Farbe nach Mayer durch $r^2 b^2 g^1$ oder nach Lichtenberg durch $2r + 2b + g$ ausdrücken können. Und wenn die Seiten in unendlich viele Theile zerlegt ſind, ſo zeigt die geometriſche Betrachtung leicht, daß ſolchergeſtalt alle mögliche Farben, die aus r, b, g, gemiſcht werden können, in den Fächern des Dreyecks enthalten ſind, weil ſich für jede beliebige drey Coefficienten von r, b, g, ein Punkt im Dreyecke ange-

ben läſt, deſſen ſenkrechte Abſtände von den drey Seiten ſich, wie dieſe Coefficienten, verhaltrn.

Will man in dieſe Farbenleiter noch die Abſtufungen bringen, welche durch die Erhöhungen der vorigen Farben mit Weiß entſtehen, ſo kan man das ganze Farbenſyſtem mit Herrn Lichtenberg in ein Prisma vertheilen, deſſen Grundflächen gleichſeitige Dreyecke, wie r b g ſind, und wo die Farben von der untern Grundfläche bis zur obern durch alle zwiſchen Schwarz und Weiß fallende Stufen der Helligkeit fortſchreiten. Auch läſt ſich ſtatt des Prisma eine Pyramide gebrauchen, oder zwo Pyramiden, deren Grundflächen zuſammen ſtoßen. Die Farben, welche darinn dem Dunkeln näher kommen, laſſen ſich alsdann mit r^n, b^n, g^n; die hellern mit r^{-n}, b^{-n}, g^{-n} bezeichnen, ſo daß für Schwarz und Weiß ſelbſt n unendlich groß wird. So würde der allgemeine Ausdruck für jede Farbe $\varrho r^n + \beta b^n + \gamma g^n$ ſeyn. **Mayer** giebt den Zuſatz von Weiß durch w an, z. B. $w^4 r^3 b^2 g^3$.

Die erſte Idee einer ſolchen ſyſtematiſchen Miſchung der Farben aus gewiſſen einfachen hat ſchon im 16ten Jahrhunderte der berühmte Maler, **Lionardo da Vinci** gehabt. Der **P. Caſtel** (L'optique des couleurs. à Paris, 1740. 8.) nahm ebenfalls nur drey Grundfarben, nemlich Feuerroth, Schüttgelb und Himmelblau an, und eignete ſich die Erfindung dieſes Gedankens zu. Aber ſchon **le Blon** hat in einer Schrift über das Abdrucken der Kupferplatten mit Farben (Harmony of colouring. Lond. 1737. und L'art d' imprimer les tableaux. à Paris. 1756. 8.) alle Farbenmiſchungen aus drey Farben hergeleitet. **Zahn** (Oculus artificialis teledioptricus. Herbip. 1685. Fol. in der zweyten Ausg. von 1702. p. 111.) iſt der erſte, der die Idee von einem Dreyeck mit der Zuſammenſetzung der Farben verbunden hat. Er nimmt aber fünf Hauptfarben, nemlich noch Weiß und Schwarz, an, ſetzt ſie auf die fünf Theilungspunkte der einen Seite, und bringt die Miſchungen in die übrigen Durchſchnittspunkte, ſo daß Aſchgrau an die Spitze des Dreyecks kömmt. **Tobias Mayer** hat in ſeinem mathematiſchen Atlas, den er in jüngern Jahren

herausgab, ebenfalls ein Farbendreyeck aus Weiß, Gelb, Blau, Roth, Schwarz, welche Farben er A, E, I, Q, V, nennt, und zu gleichen Theilen ſo miſcht, daß daraus die Farben A E, E I u. ſ. w. entſtehen.

In der Folge aber hat dieſer berühmte göttingiſche Gelehrte das Farbenſyſtem weit reifer überdacht, und zuerſt zu einem gewiſſen Grade der Vollkommenheit erhoben. Er legte ſeinen Aufſatz darüber im Jahre 1750 der königlichen Geſellſchaft der Wiſſenſchaften vor; doch ward damals nur eine kurze Nachricht davon in den göttingiſchen gelehrten Anzeigen bekannt. Dieſe erweckte viele Aufmerkſamkeit, und veranlaſſete verſchiedene Schriften von **Schäffer** (Entwurf einer allgemeinen Farbenverein, oder Verſuch und Muſter einer gemeinnützigen Beſtimmung und Benennung der Farben, Regenſpurg, 1769. 4.) **Schiffermüller** (Verſuch eines Farbenſyſtems, Wien 1772. 4.) und vorzüglich von **Lambert** (Beſchreibung einer mit dem Calauſchen Wachſe ausgemalten Farbenpyramide, wo die Miſchung jeder Farben angeordnet, dargelegt und derſelben Berechnung und vielfacher Gebrauch gewieſen wird, mit einer ausgemalten Kupfertafel, Berlin, 1772. gr. 4.), welcher letztere alle Farben aus Weiß und drey Grundfarben miſchen lehrt.

Endlich erſchien im Jahre 1775 Mayers lateiniſcher Aufſatz ſelbſt (De affinitate colorum, in *Tob. Mayeri* Opp. ineditis, Vol. I. cura *G C. Lichtenberg*, Götting. 1775. gr. 4.) mit den wichtigen Zuſätzen Herrn **Lichtenbergs**. Mayer giebt dem Dreyecke an jeder Seite 13 Fächer, ſo daß es deren zuſammen 91 erhält. Er malt dieſe mit Bergzinnober, hellem Bergblau und Königsgelb aus, da hingegen **Lambert** ſich des Carmins, Berlinerblau, und Gummigutte zu Grundfarben bedient hatte. Wenn man alſo aus dem oben angeführten Prisma, welches die Stufen der hellern und dunklern Farben enthält, dasjenige Dreyeck haben wollte, ſo der lambertſchen Pyramide zur Grundfläche dient, ſo würde man nach Herrn Lichtenbergs Bemerkung das Prisma nicht mit den Grundflächen parallel, ſondern ziemlich ſchräge, durchſchneiden müſſen. Zu den 91 Far-

ben, welche bey Mayern aus den Miſchungen der Hauptfarben nach Zwölfteln entſtehen, kommen noch zweymal 364 Farben, nach dem verſchiedenen Abſtande von Weiß und Schwarz, daß alſo dieſes Farbenſyſtem 819 verſchiedene Farben enthält.

Herr **Lichtenberg** hat auch ein Muſter eines ausgemalten Dreyecks von 28 Feldern beygefügt, bey deſſen Verfertigung er mancherley Schwierigkeiten antraf. Beſſer fiel es aus, wenn er ſich trockner Farben hiezu bediente. Er hat im Jahre 1774 ein ſolches Dreyeck aus trocknen Staubfarben der Societät der Wiſſenſchaften zu Göttingen vorgelegt, wobey er zuerſt die Intenſität der dazu gebrauchten Pigmente prüfte, und im Bergzinnober, Bergblau und Königsgelb wie 2, 1, 6 fand. Nemlich ein Theil Gelb und ſechs Theile Blau gaben ein Grün, in welchem weder Gelb noch Blau mehr hervorſtach u. ſ. w. Hieraus berechnete er, wie viel dem Gewichte nach von den drey Pigmenten vermiſcht werden müſſe, um die Verhältniſſe des Farbendreyecks richtig herauszubringen. Es fallen aber die grünen und violetten Farben bey dieſen Pigmenten nicht rein, ſondern ſchmutzig aus.

Erxleben (Phyſikaliſche Bibliothek, I Band. 4 St. S. 403 u. f.) bemerkt, daß die Pigmente wohl nicht nach dem Gewichte ſondern nach dem Volumen gemiſcht werden müſten, daß man dazu ganz reine Grundfarben (z. B. nicht Zinnober, welcher ſchon Gelbroth ſey) und Farben von gleicher Intenſität wählen müſſe. Er nahm dazu Carmin, Berlinerblau und Königsgelb, und verſichert, dadurch ein ſehr vollkommnes Dreyeck erhalten zu haben, blos den Umſtand ausgenommen, daß das Königsgelb doch ein wenig ins Rothe falle, und dadurch den grünen Farben einen geringen Hang ins Schmutzige gebe. In dieſem Dreyecke iſt die Farbe des Zinnobers $r^8 g^4$, das Bergblau kömmt gar nicht darinn vor, ſondern gehört in eine höhere Lage des lichtenbergiſchen Prisma, oder der Farbenpyramide.

Lambert hat in der oben angeführten Schrift über die Stärke ſeiner Grundfarben ſehr genaue Unterſuchungen

angeſtellt. Ein halber Gran hochrothen Carmins mit ½ Gran Gummigutte gab eine Farbe, in der weder Roth noch Gelb hervorſtach; 2 Gran helles Berlinerblau und 7 Gran Gummigutte gaben ein Mittelgrün; 1 Gran Carmin und 3 Gran Berlinerblau ein Mittel zwiſchen Roth und Blau. Hieraus leitet er die Grade der Schwäche dieſer Farben, wie 1, 3, 10 her. Das heißt: Bey der Miſchung muß man 10 Gewichttheile der Gummigutte, 3 des Berlinerblau und 1 des Carmins als einen Theil oder eine Portion der Grundfarbe anſehen. Für dunklern Carmin und dunkler Berlinerblau ſind die Zahlen 2, 3, 12. Die verſchiedenen Farben vertheilt er in eine Pyramide, oder in ein Schränkchen mit dreyeckigten Fächern. Im unterſten Fache ſind 45 Quadrate, auf den Ecken roth, gelb, blau, und dazwiſchen die Schattirungen, deren jede acht Theile oder Portionen aus den Hauptfarben hat, z. B. $r^2 b^3 g^3$. Im nächſten Fache darüber ſind 28 Quadrate, deren Farben nur 6 Theile von den Hauptfarben des untern Faches, dagegen aber jede 2 Theile beygemiſchtes Weiß, haben, z. B. $w^2 r^2 b^2 g^2$. Im dritten Fache ſind 15 Farben, nemlich die drey noch heller gemachten Hauptfarben und 12 Mittelfarben, jede zu 4 Theilen der Hauptfarben mit 4 Theilen Weiß, z. B. $w^4 r^2 b^1 g^1$. So enthält das vierte Fach 10 Farben, jede mit 5 Theilen Weiß, das fünfte Fach 6 Farben mit 6 Theilen Weiß, wobey nur noch zwo Hauptfarben verbunden werden können, wie $w^6 r^1 b^1$, das ſechſte Fach blos die drey ſehr hellen Hauptfarben $w^7 r^1$, $w^7 b^1$, $w^7 g^1$, und das oberſte Fach ein einziges weißes Quadrat. Die ganze Pyramide hat 108 Farben.

Man kan über dieſe Materie noch **Sulzers** allgemeine Theorie der ſchönen Künſte unter dem Art. **Farben**, ingleichen **Auguſt Ludwig Pfannenſchmids** Verſuch einer Anleitung zum Miſchen aller Farben aus blau, gelb und roth, herausg. von **Ernſt Rudolph Schulz**, Hannover, 1781. 8., und über die in den Künſten und dem gemeinen Leben gewöhnlichen Benennungen und Bereitungen der Farben **Chriſtian Friedrich Prangens** Farbenlexicon, Halle, 1782. in zween Quartbänden, nachſehen.

Prieſtley Geſch. der Optik, durch Klügel, S. 550. u. f.

Farbenmuſik, ſ. **Farbenclavier**.

Farbenſyſtem, ſ. **Farbendreyeck**.

Farbenzerſtreuung, **Farbenverbreitung**, Diſperſio radiorum lucis, *Diſperſion des rayons de la lumiere*. Die bey jeder Brechung vorkommende Zertheilung oder Spaltung der Sonnenſtralen, und überhaupt des zuſammengeſetzten Lichts in mehrere Strulen von verſchiedenen Farben. Dieſe Erſcheinung iſt eine Folge der ungleichen Brechbarkeit der Farbenſtralen, ſ. **Brechbarkeit**, **Farben**. Wenn nemlich Sonnenlicht auf eine brechende Fläche fällt, ſo werden die Theile, welche die rothe Farbe erregen, weniger gebrochen, als andere Theile, welche die blaue Farbe erwecken; beyderley Farbenſtralen nehmen daher verſchiedene Wege, und der Stral, in welchem ſie vorher vereiniget waren, trennt oder ſpaltet ſich nach der Brechung. Statt daß ſein Weg vorher eine gerade Linie war, füllen jetzt ſeine Theile den Raum zwiſchen den Schenkeln eines Winkels, welcher in der Brechungsebene liegt.

Bey Brechungen durch Plangläſer, welche mit parallelen Flächen begrenzt ſind, fallen die Wirkungen der Farbenzerſtreuung nicht in die Augen. Der Sonnenſtral, welcher ſchief auf ein Planglas fällt, wird zwar wirklich geſpalten, und ſein rother Theil, der im Glaſe einen andern Weg nimmt, trift die Hinterfläche in einem andern Punkte, als der blaue. Aber beym Ausgange aus dem Glaſe, wo jeder ausgehende Stral dem einfallenden parallel iſt, gehen alle Farbenſtralen unter einander gleichlaufend, und weil deren bey allen Punkten einige von allen Gattungen der vorhandenen Farben ausgehen, ſo verbinden ſie ſich wieder unter einander, und geben dadurch weißes Licht, oder eben ſolches, wie das einfallende war.

Eben ſo wenig findet eine Farbenzerſtreuung bey ſenkrecht auffallenden Stralen, oder bey ſolchen, die durch die Axe eines Linſenglaſes gehen, ſtatt. Da hiebey gar keine Brechung vorgeht, ſo läſt ſich auch keine Verſchie-

denheit der Brechung, d. i. keine Farbenzerſtreuung, denken.

Deſto merklicher aber iſt die Verbreitung der Farbenſtralen, wenn die beyden Flächen des brechenden Mittels ſchiefe Winkel mit einander machen, wie die Seitenflächen eines gläſernen Prisma, oder diejenigen Stellen eines Linſenglaſes, durch welche die weiter von der Axe abweichenden Stralen durchgehen. Wie dadurch im Prisma das Farbenbild entſtehe, und was für Abweichungen von den Regeln bey den Linſengläſern dadurch veranlaſſet werden, findet man bey den Worten: **Farbenbild, Abweichung, dioptriſche.**

So vortreflich auch **Newtons** Unterſuchungen über die verſchiedene Brechbarkeit der Farbenſtralen ſind, ſo hatte doch dieſer große Experimentator dabey einen Fehler begangen, der auf die Theorie der Farbenzerſtreuung einen ſehr weſentlichen Einfluß hatte. Er hatte den Satz, daß die Farbenverbreitung wegfällt, wenn des Strales Richtung beym Ausgange der beym Eingange parallel iſt, allzuweit ausgedehnet. Dieſer Satz gilt nur, wenn von der Brechung durch ein einziges Mittel, z. E. durch ein einziges Planglas, die Rede iſt; nicht aber, wenn der Stral durch mehrere verſchiedene Mittel, z. B. durch Glas und Waſſer, durch zwo verſchiedene Glasarten u. d. gl. hindurchgehet. **Newton** hingegen, der ihn, durch einen ſeiner Verſuche verleitet, auch auf den letztern Fall erſtreckte (ſ. den Art. **Achromatiſche Fernröhre**), zog daraus die falſche Folge, daß die Farbenſtralen von allen brechenden Mitteln in einerley allgemeinem Verhältniſſe zerſtreut würden. Erſt ſeitdem **Dollond** das Unrichtige dieſer Behauptung durch Verſuche gezeigt hat, iſt die Lehre von der Farbenzerſtreuung auf beſſere Gründe gebaut worden.

Wenn das Brechungsverhältniß aus einem gewiſſen Mittel in Luft für die mittlern Stralen $m : 1$, und für die äußerſten, z. B. die violetten $M : 1$ iſt; ſo läſt ſich die Größe der Brechung für jene Stralen durch $m - 1$, für dieſe durch $M - 1$, und der Unterſchied beyder, oder die Größe

der Farbenzerſtreuung durch $M - m$ ausdrücken. Man nimmt nemlich hiebey die Winkel ſo klein an, daß ſie ſich ohne Fehler ſtatt ihrer Sinus gebrauchen laſſen. So iſt für die Brechung aus Glas in Luft (ſ. **Brechbarkeit**) $m = \frac{31}{20}$; $M = \frac{78}{50}$, alſo $m - 1 = \frac{11}{20}$; $M - 1 = \frac{28}{50}$, $M - m = \frac{1}{100}$, d. i. der violette Stral weicht von dem mittlern um ein Hunderttheilchen des Einfallswinkels ab.

Nun ſey für ein anderes Mittel, z. B. Waſſer, das Brechungsverhältniß in Luft für die mittlern Stralen $n : 1$, für die äußerſten $N : 1$; ſo werden ſich hiebey die Brechungen durch $n - 1$; $N - 1$, die Farbenverbreitung durch $N - n$ ausdrücken laſſen. Alsdann heißt das Verhältniß $M - m : N - n$, **das Verhältniß der Farbenzerſtreuung** (ratio diſperſionis, *le rapport de la diſperſion*) für beyde Mittel.

Aus **Newtons** Verſuche (Optice L. I. P. II. Exp. 8.) würde, wenn er richtig wäre, folgen, daß ſich die Farbenzerſtreuungen allezeit, wie die mittlern Brechungen verhielten, oder daß

$$M - m : N - n = m - 1 : n - 1 \text{ ſey.}$$

Man hatte auf dieſe ganze Lehre wenig Aufmerkſamkeit verwendet, als **Euler** (Sur la perfection des verres objectifs des lunettes, in den Mém. de l' acad. Roy. de Pruſſe 1747.) mit einer neuen Theorie hervortrat, welche ganz auf algebraiſche Speculationen, ohne alle Erfahrungen, gebaut war. Er ſetzte nemlich feſt, N müſſe durch n eben ſo, wie M durch m, ausgedrückt werden; wenn $m = 1$ ſey, müſſe auch $M = 1$ werden; wenn man für m ſetze $\frac{1}{m}$ ſo müſſe ſich auch M in $\frac{1}{M}$ verwandlen; und wenn man mn ſtatt m ſetze, müſſe auch MN ſtatt mn herauskommen. Dieſe Bedingungen, welche freylich ſtatt finden müſſen, wofern ſich M überhaupt aus m beſtimmen läſt, oder ſtets nach m richtet, können nicht anders erfüllt werden, als wenn

$$M - m : N - n = m . \log . m : n . \log . n.$$

Dieſe Theorie nahm alſo Euler, als die **einzige mögliche**

wahre, an. Dies iſt algebraiſch wahr, und bewies wenigſtens ſo viel, daß Newtons Behauptung unrichtig seyn müſſe.

Dollond (ſ. Philoſ. Trans. Vol. L. P. II. und *Euler* Dioptr. To. I. p. 315.) hatte die Euleriſchen Rechnungen unterſucht, und war, wie wir bey dem Worte: **Achromatiſche Fernröhre**, erzählt haben, zu Anſtellung neuer Verſuche bewogen worden. Er legte ein Prisma von Crownglaſe ABC (Taf. IX. Fig. 23.) mit einem brechenden Winkel A von 30°, und eins von Flintglaſe ABD, mit einem Winkel B von 19° an einander, und fand durch beyde zuſammen das Sonnenbild frey von Farben. Setzt man nun das Brechungsverhältniß der mittlern Stralen im Crownglaſe = m : 1, im Flintglaſe = n : 1, alſo aus Crownglas in Flintglas = n : m; verſtattet man ſich ferner, die Winkel ſelbſt für ihre Sinus ſetzen zu dürfen, welches zu gegenwärtiger Abſicht genau genug iſt, und beſtimmt ſo aus den Brechungsverhältniſſen die Einfalls- und Brechungswinkel in den drey brechenden Flächen CA, AB, BD für den ganzen Weg des Strales EFGHI, ſo findet man, wenn PF und HS die Einfallslothe ſind,

$$IHS = m.A - n.B - EFP.$$

Was m und n für die mittlern Stralen ſind, das heiße M und N für die violetten, ſo iſt für dieſe

$$IHS = M.A - N.B - EFP.$$

Wenn nun das Sonnenbild ungefärbt erſcheint, ſo müſſen alle mit EF parallel eingefallene Farbenſtralen mit HI parallel ausgehen, oder es muß in beyden Geichungen für ein gleiches EFP auch einerley IHS ſtatt finden. Daraus folgt mA — nB = MA — NB, oder

$$M - m : N - n = B : A = 19° : 30°$$

d. i. das Verhältniß der Farbenzerſtreuungen des Crown- und Flintglaſes iſt 19 : 30 oder faſt wie 2 : 3.

Bringt man die Sinus ſelbſt in die Rechnung, wodurch ſie freylich viel weitläuftiger wird, ſo findet ſich (nach *Euler* Dioptr. To. I. p. 318.) genauer

$$M - m : N - n = \sin B. \sin GFA : \sin A. \sin GHB.$$

Dieſes aus klaren Erfahrungen gezogene Reſultat traf weder mit dem, was aus Newtons Verſuche folgt, noch mit Eulers Theorie überein. Da nach **Dollonds** Unterſuchungen das mittlere Brechungsverhältniß für Crownglas 1,53 : 1, für Flintglas 1, 58 : 3 war, ſo hätte das Verhältniß der Farbenzerſtreuung nach Newton 53 : 58, nach Eulern 1,53. log. 1, 53 : 1, 58. log. 1,58, d. i. 1 : 1,111 ſeyn ſollen. Es war aber, wie 2 : 3, und alſo ſehr weit von beyden Theorien unterſchieden.

Deswegen wollte ſich auch **Euler** von der Richtigkeit der Dollondiſchen Verſuche gar nicht überzeugen laſſen. Er ſahe ſeine Theorie noch immer als die einzige mögliche an. Dies iſt ſie auch in der That, wofern m von M eben ſo, wie n von N, abhängt; da ſie aber nichts deſto weniger der Erfahrung widerſpricht, ſo iſt dies ein Zeichen, daß es gar keine allgemeine Theorie der Farbenzerſtreuung giebt, oder daß die Brechbarkeit der äußerſten Stralen nach keinem allgemeinen Geſetze von der Brechbarkeit der mittlern abhängt, wovon ſich endlich auch **Euler** überzeugt, und in ſeiner Dioptrik ſelbſt Dollonds Verſuche zum Grunde der Berechnungen angenommen hat.

Clairaut (Mém. de l' Acad. de Paris 1756.) hat noch eine andere Theorie der Farbenzerſtreuung aus der Natur der krummen Linie, welche die Stralen bey der Brechung beſchreiben, herzuleiten geſucht, und dabey angenommen, daß das Brechungsverhältniß von der Geſchwindigkeit der Stralen abhänge. Aber auch dieſe Theorie ſtreitet auf mehr als Eine Art gegen die Erfahrung. Nach ihr müſte

$$M - m : N - n = \frac{m^2 - 1}{m} : \frac{n^2 - 1}{n}$$

ſeyn, welches von den Verſuchen noch weiter als die vorigen Theorien abweicht.

Es hängt alſo die Größe der Farbenzerſtreuung in verſchiedenen Mitteln auf keine allgemeine Art von der Größe der Brechung in denſelben ab. Die Folge hiervon iſt, daß man die Farbenzerſtreuung in keiner Materie anders,

als durch wirkliche Verſuche erfahren kan. Man findet Materien, bey denen die mittlern Brechungsverhältniſſe faſt gleich, die Zerſtreuungen hingegen ſehr verſchieden ſind. Bey Dollonds Crown- und Flintglaſe ſind jene Verhältniſſe 1, 53 : 1 und 1, 58 : 1; die Zerſtreuungen aber verhalten ſich, wie 2 zu 3.

Was das Glas betrift, ſo hat **Johann Ernſt Zeiher**, nachmaliger Profeſſor der Mathematik in Wittenberg, durch ſeine in Petersburg angeſtellten Verſuche gefunden, daß ein ſtärkerer Zuſatz von Bleykalk nicht allein die mittlere Brechung, ſondern auch die Farbenzerſtreuung beträchtlich vergrößere. Er bereitete ſechſerley Glasarten aus Mennige und Kieſel, deren Verhältniſſe folgende Tafel angiebt.

Verhältniß der Mennige und Kieſel	Mittlere Brechung aus Luft in Glas	Zerſtreuungsverhältniß in Vergleichung mit gemeinem Glaſe.
I. — — 3 : 1	2028 : 1000	4800 : 1000
II. — — 2 : 1	1830 : 1000	3550 : 1000
III. — — 1 : 1	1787 : 1000	3259 : 1000
IV. — — $\frac{3}{4}$: 1	1732 : 1000	2207 : 1000
V. — — $\frac{1}{2}$: 1	1724 : 1000	1800 : 1000
VI. — — $\frac{1}{4}$: 1	1664 : 1000	1354 : 1000

Die erſte dieſer Glasarten iſt beſonders merkwürdig. Sie bricht das Licht ſtärker, als im Verhältniſſe 2 : 1, und zerſtreut die Farben faſt fünfmal mehr, als das gemeine Glas. Als aber Zeiher dieſen Glasarten noch Laugenſalze zuſetzte, fand er mit Verwunderung, daß dadurch die mittlere Brechung ſehr vermindert ward, ohne daß ſich die Farbenzerſtreuung merklich änderte. Er erhielt endlich eine Gattung Glas, bey der das mittlere Brechungsverhältniß 1, 61 : 1 war, und die doch das Licht dreymal ſtärker, als das gemeine Glas, zerſtreute (ſ. **Zeihers** Abhandl. von denjenigen Glasarten, welche eine verſchiedene Kraft, die Farben zu zerſtreuen, beſitzen. Petersburg, 1763. 4.)

Methoden, die Farbenzerſtreuung der Gläſer zu meſſen, nebſt mehrern Verſuchen hierüber hat der **Duc de Chaulnes** in den Mémoires de l'Acad. Roy. des Sc. de Pruſſe.

1767. angegeben. Von den über die Farbenzerſtreuung geführten Berechnungen und den Verbeſſerungen der Fernröhre, die ſich hierauf gründen, findet man Nachrichten bey dem Worte: **Achromatiſche Fernröhre.**

Daß übrigens die Materie, woraus das brechende Mittel beſteht, in einem ganz andern Verhältniſſe auf die mittlere Brechung, als auf die Farbenverbreitung, wirkt, ſcheint ein wichtiger Einwurf gegen die Euleriſche Farbentheorie zu ſeyn. Nach dieſer Theorie hängt die Größe der Brechung eben ſowohl, als die Farbe, von der Geſchwindigkeit ab, mit welcher die Schwingungen des Aethers auf einander folgen. Man ſieht hiebey ſchwerlich ein, wie es Glasarten geben kan, welche die grünen Stralen gleich ſtark, die rothen und violetten hingegen in ſehr ungleichen Verhältniſſen brechen, wovon ſich im Emanationsſyſtem doch wenigſtens die Erklärung geben läſt, daß vielleicht gewiſſe Materien die verſchiedenen Farbentheile des Lichts in verſchiedenen Verhältniſſen anziehen mögen, daher zwo Glasarten das grüne Licht mit gleicher, das rothe mit ungleicher Stärke anziehen können.

Prieſtley Geſchichte der Optik, Zuſätze Hrn. **Klügels**, S. 254. u. f.

Federhart, ſ. **Elaſtiſch.**

Federkraft, ſ. **Elaſticität.**

Fein, Subtile, *Subtil*, *Fin*, *Delié*. Was in ungemein kleine Theile zertrennt oder aufgelöſet iſt, wie ein feines Pulver, feine Ausflüſſe der Körper, ein feines Gewebe. Oft auch überhaupt, was ſo klein iſt, daß es faſt den Sinnen entgeht, z. B. ein feiner Faden. Die Metalle heißen fein, wenn ſie rein und ohne merkliche fremde Beymiſchung ſind, wie feines Gold. **Descartes** gab einer eignen im Weltraume vorhandenen Flüßigkeit den Namen der **feinen** oder **ſubtilen Materie**, ſ. **Aether.**

Fernrohr, Sehrohr, Teleſkop, Tubus opticus, Teleſcopium, Conſpicillum, *Lunette*, *Lunette d' approche*, *Teleſcope*. Ein Werkzeug, wodurch ſich entlegne Gegen-

ſtände dem Auge deutlich und vergrößert darſtellen. Es beſteht aus einer Zuſammenſetzung von Gläſern, wovon das gegen die Sache gekehrte das **Vorderglas** oder **Objectivglas** genannt wird, die aber, welche ſich am Auge befinden, den Namen der **Augengläſer** oder **Oculare** führen. Anſtatt einiger Gläſer werden bisweilen Metallſpiegel gebraucht; in dieſem Falle heißt das Inſtrument ein **Spiegelteleſkop**.

Die Erfindung dieſes Werkzeugs verdient unſtreitig die gröſte Bewunderung, und hat den Anfang des ſiebzehnten Jahrhunderts zu einer in der Geſchichte der Dioptrik und Aſtronomie unvergeßlichen Epoche gemacht. Zwar haben einige die Erfindung des Fernrohrs viel weiter hinausſetzen wollen. **Dutens** will ſie ſchon beym Demokrit und Ariſtoteles finden. Der berühmte Benedictiner **Mabillon** (Iter Germanicum, in Veteribus Analectis To. IV. Lutet. Paris. 1685. 4. p. 46.) erwähnt eines in der Abtey Scheyern im Bißthum Freyſingen befindlichen Manuſcripts von der Hiſtoria ſcholaſtica des **Petrus Comeſtor**, aus dem dreyzehnten Jahrhunderte, worinn ein Bild des Ptolemäus vorkömmt, der die Geſtirne durch einige in einander geſchobene Röhren betrachtet (ſidera contemplantis ope inſtrumenti longioris, quod inſtar tubi optici quatuor ductus habentis, concinnatum eſt). Nach Mabillons Abbildung ſieht es faſt aus wie ein Fernrohr, das man daher ſpätſtens in der Mitte des 13 Jahrhunderts gekannt haben müſte. Wahrſcheinlich aber ſoll es ein Rohr ohne Gläſer vorſtellen, dergleichen man ehedem brauchte, um das Licht von den Seiten her abzuhalten.

In den Schriften des **Roger Baco**, der um das Ende des dreyzehnten Jahrhunderts lebte, finden ſich einige Stellen, aus welchen beſonders **Molineux** (Dioptrica nova. Lond. 1693. gr. 4.) ſchließen will, daß dieſer engliſche Mönch das Fernrohr gekannt habe. Die vornehmſte aus dem Werke: Opus majus, welches D. **Jebb** zu London 1733 herausgegeben hat, iſt folgende: De facili patet per canones ſupradictos, quod maxima poſſunt apparere minima, et e contra; et *longe diſtantia videbuntur pro-*

pinquiſſime, et e converſo. Nam *poſſumus* ſic figurare perſpicua, et taliter ea ordinare ratione viſus et rerum, ut ſub quocunque angulo voluerimus, videbimus rem prope vel longe, et ſic ex incredibili diſtantia legeremus litteras minutiſſimas, et pulveres ac arenas numeraremus propter magnitudinem anguli, ſub quo videremus. — Et ſic poſſet puer apparere gigas, et unus homo videri mons, et in quacunque quantitate; ſecundum quod poſſemus hominem videre ſub angulo tanto, ſicut montem, et prope, ut volumus. Et ſic parvus exercitus videretur maximus, et longe poſitus appareret prope, et e contra. Sic etiam faceremus ſolem et lunam et ſtellas deſcendere ſecundum apparentiam hic inferius etc. Dieſe Gedanken haben unſtreitig eine auffallende Aehnlichkeit mit dem, was die Fernröhre wirklich leiſten. Beurtheilt man aber die Stelle im Zuſammenhange mit dem vorhergehenden Capitel, wo Baco von der Vervielfältigung durch Spiegel redet, und dabey auch ſein Poſſumus braucht, ob er gleich unmögliche Dinge vorſchlägt, ſo ſieht man wohl, daß er in beyden Stellen blos aus der Einbildungskraft geſchrieben habe, zumal da er nirgends etwas von irgend einer Ausführung der Sache erwähnet. Der Grund, auf den er alles baut, iſt auch nur der, daß man durch Spiegel und Gläſer die Stralen, wohin man nur wolle, bringen könne; er ſcheint alſo kein bewegliches Inſtrument, ſondern hie und da befeſtigte Gläſer gemeint zu haben, ein Gedanke, deſſen Ausführung unmöglich iſt.

An einer andern Stelle ſagt er, Julius Cäſar habe von der Küſte Galliens die britanniſchen Häfen und Städte durch aufgerichtete Spiegel betrachtet. **Smith** im Lehrbegrif der Optik erklärt dies für ein Misverſtändniß, wobey ſtatt **Warten** (ſpeculae), Spiegel (ſpecula) verſtanden worden. Aber **Wood** (Hiſt. et Antiquitates Vniverſ. Oxonienſis L. I. p. 136.) führt noch eine Stelle aus Baco im Buche De perſpectivis an, welches ſich im Manuſcripte in Oxford befindet, wo er ſagt, Cäſar habe die britanniſchen Küſten durch ein Rohr (tubi ope) betrachtet. Dies zeigt doch, daß man im 13ten Jahrhunderte Ideen von

Röhren gehabt hat, durch welche ſich entlegne Gegenſtände ſchärfer betrachten laſſen. Wären aber ſolche Röhren mit Gläſern verſehen geweſen, ſo würde ſich doch von einem ſo wichtigen Kunſtſtück irgendwo eine deutlichere Meldung finden.

De la Hire (Mém. de l'acd. roy. des Sc. 1717.) unterſucht die Meinung derer, welche mit **Huygens**, **Wolf** u. a. die Ehre der Erfindung des Fernrohrs dem Neapolitaner **Porta** zueignen wollen. Sie gründen ſich dabey auf folgende Stelle aus der natürlichen Magie dieſes Schriftſtellers (Magiae naturalis ſ. de miraculis rerum naturalium libri IV. Neap. 1558. fol. L. XVII. c. 10.). „Durch ein Hohlglas ſieht man entfernte Gegenſtände deut„lich; durch ein erhabenes betrachtet man nahe liegende. „Weiß man beyde gehörig zu verbinden, ſo wird man ſo„wohl nahe als entfernte Gegenſtände größer und deutlich „ſehen. Ich habe dadurch vielen Freunden, welche ſchlech„te Augen hatten, große Dienſte geleiſtet, und ſie in „Stand geſetzt, ſehr deutlich zu ſehen.“ Es ſcheint ſich dieſes auf etwas dem Fernrohre ſehr ähnliches zu beziehen. Allein nach **de la Hire** mag wohl Porta blos eine Verbindung eines Hohlglaſes mit einem erhabenen meinen, wodurch beyder gemeinſchaftliche Brennweite verändert wird, ſo daß ſie dienen, dem Auge Gegenſtände in gewiſſen Entfernungen deutlicher darzuſtellen. Hätte er wirklich etwas dem Teleſkope ähnliches unter den Händen gehabt, er würde bey der Eitelkeit, die aus ſeinen Schriften hervorleuchtet, nicht ermangelt haben, eine weit prächtigere und umſtändlichere Beſchreibung davon mitzutheilen.

Erſt im Jahre 1608 oder 1609 kam die wirkliche Erfindung der Fernröhre aus Holland, ob man gleich noch bis jetzt nicht ganz zuverläßig weiß, zu welcher Zeit, von wem und auf welchem Wege ſie gemacht worden ſey. Die Meinungen hierüber ſcheinen gleich vom Anfang getheilt geweſen zu ſeyn.

Hieronymus Sirturus, ein gebohrner Mayländer, der, um etwas vollſtändiges vom Fernrohre zu ſchreiben,

viele Länder durchreiſete, (Teleſcopium. Francof. 1618. 4. p. 24.) erzählt, im Jahre 1609 ſey ein Unbekannter, dem Anſehen nach ein Holländer, zu dem Brillenmacher Johann **Lipperſein** oder **Lippersheim** in Middelburg gekommen, und habe ſich einige erhabne und hohle Gläſer ſchleifen laſſen. Als er dieſe in Empfang genommen, habe er ein erhabenes und ein hohles bald näher bald weiter von einander gehalten, den Lipperſein bezahlt, und ſich entfernet. Dieſes habe ſich Lipperſein gemerkt, aus einer ſolchen Verbindung zweyer Gläſer ein Fernrohr gemacht, und dem Prinzen **Moritz** von Naſſau gezeigt. Auch will dieſer Schriftſteller in Spanien einen Baumeiſter **Rogetus** angetroffen haben, der die ganze Kunſt ſchon lange getrieben und ein Buch davon geſchrieben haben ſoll. Dies iſt die älteſte Erzählung von der Erfindung des Fernrohrs.

In **Descartes** 1637 herausgekommener Dioptrik findet man folgende Stelle: „Dieſe bewundernswürdige Erfindung hat ihren erſten Urſprung der Erfahrung und dem „glücklichen Zufalle zu danken. Vor etwa dreyßig Jahren „kam ein gewiſſer **Jacob Metius**, der nie ſtudiert hatte, „obgleich ſein Vater und Bruder Mathematiker geweſen „ſind, der aber Vergnügen an der Verfertigung von Spie„geln und Brenngläſern fand, und daher Gläſer von „mancherley Geſtalten hatte, auf den Einfall, durch zwey „dergleichen zu ſehen, von denen eins hohl, das andere „erhaben war. Er brachte dieſelben an die Enden einer „Röhre ſo glücklich an, daß daraus das erſte Fernrohr ent„ſtand.“ Dieſer Metius war von Alkmar gebürtig, und ein Sohn des Geometers Adrian Metius, der das bekannte Verhältniß des Durchmeſſers zum Umfange, 113 : 355 angegeben hat.

Peter Borel, ein franzöſiſcher Arzt (De vero teleſcopii inventore. Hagae Com. 1655. 4.), hat ſich alle nur mögliche Mühe gegeben, den wahren Urheber dieſer wichtigen Erfindung zu entdecken, und ſchreibt ſie mit vieler Wahrſcheinlichkeit dem **Zacharias Janſen**, gleichfalls einem Brillenmacher in Middelburg, zu. Er theilt einige gerichtliche Ausſage mit, worinn untern andern Janſens

Sohn bezeuget, ſein Vater habe ſchon im Jahre 1590 Fernröhre verfertiget und eines davon dem Prinzen Moritz, das andere dem Erzherzog Albrecht überreichet. Janſens Schweſter hingegen erinnert ſich nur bis 1610 zurück. Drey andere Einwohner von Middelburg verſichern, daß daſelbſt ſchon vor 1600, oder 1605, oder 1610 Fernröhre von dem Brillenmacher **Hans Laprey** verfertiget worden, welcher wohl mit dem von Sirturus genannten Lipperſein einerley Perſon seyn mag.

Dieſe Zeugniſſe begleitet **Borel** mit einem Briefe eines holländiſchen Geſandten **Wilhelm Boreel**, welcher den erwähnten Zacharias Janſen, und deſſen Vater, von Jugend auf ſehr genau gekannt haben will. Er erzählt, dieſe Künſtler hätten nicht allein dem Erzherzog Albrecht ein zuſammengeſetztes Mikroſkop überreicht, ſ. **Mikroſkop**, ſondern auch gegen das Jahr 1610 die Teleſkope erfunden, und eines davon dem Prinzen Moritz übergeben, der es aber als ein im Kriege brauchbares Werkzeug nicht habe wollen bekannt werden laſſen. Dennoch ſey das Geheimniß verrathen worden; ein Unbekannter habe den Erfinder in Middelburg aufgeſucht, ſey aber durch einen Irrthum an **Johann Laprey** gekommen, der aus den vorgelegten Fragen die Sache errathen, die Fernröhre nachgemacht und zuerſt öffentlich verkauft habe. Daher habe man ihn zwar für den Erfinder gehalten; allein es ſey dieſer Irrthum bald hernach entdeckt worden. **Adrian Metius** und **Drebbel**, welche nach Middelburg gekommen wären, hätten ſich gerade an die Janſens gewendet, um Fernröhre von ihnen zu käufen ꝛc. Man kan nicht läugnen, daß dieſe Erzählung viel wahrſcheinliches hat, und die angeführten Ausſagen unter ſich und mit der Nachricht des Sirturus ſehr wohl vereiniget.

Auch **Huygens** ſagt in ſeiner Dioptrik (in Opuſc. poſthumis Lugd. Bat. 1703. 4. p. 136.), er wiſſe gewiß, daß ſchon vor Metius um 1609 ein Künſtler in Middelburg, es möchte nun Lippersheim oder Janſen geweſen ſeyn, Teleſkope verfertiget habe.

Daß übrigens ſchon im Jahre 1608 Fernröhre aus Holland gekommen ſind, beweiſet folgende von **Weidler** (Hiſt. aſtron. Cap. XV. §. 12.) angeführte Erzählung aus des **Simon Marius** Mundo Ioviali (Norib. 1614. 4.). Der marggräflich-brandenburg-anſpachiſche Geheimderath, **Johann Philipp Fuchs von Bimbach**, beſuchte in Frankfurt am Mayn die Herbſtmeſſe des Jahres 1608. Ein Kaufmann erzählte ihm von ungefähr, es ſey ein Holländer mit einem Inſtrumente angekommen, wodurch man entfernte Dinge ſehr nahe und groß ſehe. Der Geheimderath ließ den Holländer zu ſich kommen, beſahe und probirte das Inſtrument, welches ſehr gute Wirkung that, obgleich das eine Glas einen Riß bekommen hatte. Er war Willens es zu kaufen; weil aber der Holländer einen ungeheuren Preis forderte, ſo zerſchlug ſich der Handel. Dies erzählte der Geheimderath dem Marius bey ſeiner Rückkunft in Anſpach, gab ihm an, es müſſe nothwendig ein Hohlglas mit einem erhabenen verbunden ſeyn, und machte ihm eine Zeichnung davon mit Kreide. Marius probirte die Sache ſogleich mit zwey gemeinen Linſengläſern, und fand ſie richtig. Da das Brillenglas allzu convex war, ſo beſtellte er ſich in Nürnberg Convexgläſer von größern Brennweiten, wozu er die Form in Gyps abgedruckt mitſchickte. Die Künſtler konnten ſie aber nicht zu Stande bringen. Endlich erhielt der Geheimderath im Sommer 1609 ein Fernrohr aus Holland, womit Marius im November d. J. die Jupiterstrabanten entdeckte.

Galilei, welcher damals Profeſſor der Mathematik zu Padua war, befand ſich im April oder May 1609 zu Venedig, wo es erzählt ward, daß ein Holländer dem Prinzen Moritz von Naſſau ein Werkzeug überreicht hätte, welches entfernte Dinge ſo zeigte, als ob ſie nahe wären. Er ward davon auch aus Paris durch einen Brief des **Jacob Badovere**, eines franzöſiſchen Edelmanns, verſichert, kehrte ſogleich nach Padua zurück, und dachte nach, was für ein Inſtrument dieſes ſeyn möchte. Die folgende Nacht errieth er die Zuſammenſetzung, machte den Tag darauf ſogleich das Werkzeug nach dem erſten Entwurfe mit einem

Planconvex und Planconcavglaſe in einem bleyernen Rohre fertig, und fand ungeachtet der ſchlechten Gläſer ſeine Erwartung erfüllt. Sechs Tage nachher reiſete er wieder nach Venedig, und brachte ein anderes beſſeres Fernrohr mit, das er unterdeſſen gemacht hatte, und welches mehr als achtmal vergrößerte. Hier zeigte er von einigen erhabnen Orten den Senatoren der Republik zu ihrem größten Erſtaunen eine Menge Gegenſtände, die dem bloßen Auge undeutlich waren, ſchenkte auch das Werkzeug dem Doge, **Lionardo Donati**, und zugleich dem ganzen Senate, nebſt einer geſchriebenen Nachricht, worinn der Bau deſſelben erklärt, und der große Nutzen davon gezeigt war. Aus Dankbarkeit für das edle Vergnügen, das er dem Senate dadurch gemacht hatte, erhöhete derſelbe am 25. Auguſt 1609 ſeinen Gehalt über das dreyfache. Er bereitete ſich hierauf ein noch vollkommneres Fernrohr, richtete daſſelbe nach dem Himmel, und machte damit in kurzer Zeit die große Menge wichtiger Entdeckungen, die er im Nuncio ſidereo beſchreibt, und die ſo ungemein viel zur Verbeſſerung der Sternkunde beygetragen haben. So erzählt die Sache **Galilei** ſelbſt (Nunc. ſidereus. Florent. 1610. 8. p. 4—11.) und etwas umſtändlicher der Verfaſſer ſeiner Lebensbeſchreibung in der Venetianiſchen Sammlung ſeiner Werke vom Jahre 1744. in 4.

So viel Ehre dieſe Zuſammenſetzung und Anwendung des Fernrohrs dem **Galilei** bringt, ſo kan man ihn doch keinesweges für den Erfinder dieſes Werkzeugs halten; ja es iſt nicht einmal glaublich, daß er die Einrichtung deſſelben durch bloße aus der Theorie der Brechung gezogne Schlüſſe habe errathen können. Dazu war wohl damals die Dioptrik noch zu unvollkommen; auch hat nicht Galilei, ſondern erſt **Kepler**, die Art der Wirkung des Fernrohres gehörig und deutlich erklärt. So viel muſte doch wohl bekannt geworden ſeyn, daß das neue Inſtrument aus einer Röhre mit Gläſern beſtehe; und in dieſem Falle waren nur zwo Arten von Gläſern, hohle und erhabne, vorhanden; mithin war die Anzahl der möglichen Combinationen nicht groß, und die Proben damit gaben unſtreitig

den kürzeſten Weg, die Zuſammenſetzung zu entdecken. Es bleibt immer Verdienſt genug, in ſo kurzer Zeit eine wichtige Erfindung errathen, ausgeführt und zu ſolchen Entdeckungen genützt zu haben, wobey wenig darauf ankömmt, ob der Weg dazu durch die Theorie oder durch Verſuche gegangen iſt.

Auch hat noch ein Neapolitaner **Franz Fontana** (Novae terreſtrium et caeleſtium obſervationes. Neap. 1646. 4.) auf die Erfindung des aſtronomiſchen Fernrohrs Anſpruch gemacht, in deſſen Beſitz er ſchon im Jahre 1608 geweſen ſeyn will. Man hat aber ſeine Anforderungen, mit denen er ſo ſpät erſt hervortrat, in keine Betrachtung gezogen.

Dies iſt das vornehmſte, was von der Geſchichte der Erfindung des Fernrohrs angeführt zu werden verdiente. Das Reſultat davon iſt, daß wir dieſes Werkzeug den middelburgiſchen Brillenmachern, ſeit dem Anfange des ſiebzehnten Jahrhunderts, zu verdanken haben. Die Erzählung, daß die Kinder des Lippersheim mit Gläſern geſpielt, die Wetterfahne des Kirchthurms zufälliger Weiſe ſehr groß geſehen, und ihren Vater dadurch veranlaſſet haben ſollen, die Gläſer in ein Rohr zu faſſen, findet ſich zwar beym Montucla und Prieſtley; ich habe aber die eigentliche Quelle derſelben nicht auffinden können.

Dieſes erſte Fernrohr hat den Namen des **holländiſchen** oder **galileiſchen** behalten. In der Folge ſind noch mehrere Einrichtungen hinzugekommen, wovon ich das **aſtronomiſche Fernrohr**, das **Erdrohr**, und **Huygens Methode, die Gläſer ohne Röhren zu gebrauchen**, hier unter eignen Abſchnitten erklären will. Von den **Spiegelteleſkopen** und **achromatiſchen Fernröhren** handeln beſondere Artikel dieſes Wörterbuchs.

Holländiſches oder Galileiſches Fernrohr, Tubus Batavus, Hollandicus, Galilaeanus, Teleſcopium Batavum, etc. *Teleſcope Hollandois ou de Galilée, Lunette Batavique.* Das Fernrohr nach ſeiner erſten urſprünglichen Einrichtung, nach welcher es aus einem **erhabnen Vorderglaſe** (Objectivglaſe), und einem **hohlen Augenglaſe** (Oculare) beſteht, welche in die Enden

eines Rohres eingeſetzt, und ſo weit von einander entfernt werden, daß der Brennpunkt des Vorderglaſes ohngefähr mit dem jenſeitigen Zerſtreuungspunkte des Augenglaſes zuſammenfällt. Weil die Umſtände oft eine andere Entfernung beyder Gläſer erfordern, ſo macht man die Röhren faſt allezeit aus mehreren Stücken, die ſich in einander verſchieben laſſen.

Zur Theorie der Fernröhre überhaupt muß ich folgende bey dem Worte: **Linſengläſer** zu erklärende Sätze vorausſchicken.

I. Jedes erhabne Glas vereiniget Stralen, welche aus einem Punkte des Gegenſtandes kommen, hinter ſich wieder in einen Punkt, den **Vereinigungspunkt**; iſt der Gegenſtand ſehr entfernt, daß alſo die Stralen aus einerley Punkte deſſelben parallel auffallen, ſo heißt der Punkt, wo ſie ſich vereinigen, der **Brennpunkt**, und ſein Abſtand vom Glaſe die **Brennweite**. Werden die Stralen in den Vereinigungspunkten aufgefangen, ſo zeigen ſie ein umgekehrtes Bild des Gegenſtandes.

II. Jedes Hohlglas zerſtreut die Stralen, die aus einem Punkte des Gegenſtandes kommen, ſo, als ob ſie aus einem in der Axe des Glaſes liegenden nähern Punkte, ausgegangen wären. Für parallel auffallende Stralen heißt dieſer Punkt oft auch der **Brennpunkt**, und ſein Abſtand **Brennweite** des Glaſes, eigentlicher **Zerſtreuungspunkt** und **Zerſtreuungsweite**.

III. Stralen, welche auf ein erhabnes Glas aus ſeinem Brennpunkte oder Brennraume kommen, oder auf ein Hohlglas ſo fallen, als ob ſie ſich in ſeinem Brennpunkte vereinigen wollten, werden von beyden ſo gebrochen, daß ſie nachher mit einander parallel laufen.

IV. Wenn die Gläſer nicht allzudick ſind, ſo läßt ſich ohne Fehler annehmen, daß jeder Stral, der auf ihre Mitte fällt, ungebrochen durchgehe.

Um nun hieraus die Wirkung des **galileiſchen** Fernrohrs zu erklären, ſey Taf. IX. Fig. 24. AB ein ſehr entlegner Gegenſtand, der von C aus unter dem Winkel pCA oder C geſehen wird. DE ſey ein Converglas, deſſen Mittelpunkt C, und deſſen Brennweite Ca iſt. Hinter

demſelben ſey das Hohlglas GH, deſſen Brennweite Va iſt, ſo geſtellt, daß die Axen beyder Gläſer Ca und Va, ingleichen die Brennpunkte beyder bey a zuſammenfallen.

Von dem Punkte A des entlegnen Gegenſtandes fallen unzählbare Stralen auf das Vorderglas DE, welche alle mit AC parallel ſind. In der Figur ſind deren außer AC noch zween mit ſchwarzen Linien angegeben. Von dem Punkte B fallen eben ſo viel auf, die alle mit pC parallel ſind. Die Figur giebt deren außer pC auch noch zween, alle mit punktirten Linien an. Es iſt nun zu unterſuchen, wie die Wege dieſer Stralen beym Durchgange durch beyde Gläſer verändert werden.

Das erhabne Vorderglas vereinigt nach I. parallel auffallende Stralen in ſeinem Brennraume bey a. Mithin werden die drey mit ſchwarzen Linien angedeuteten Stralen, von denen AC ungebrochen hindurch geht, und alſo wirklich nach a kömmt, hinter DE ſo fortgehen, als ob ſie ſich alle in a vereinigen wollten. Die drey punktirten Stralen aber, welche aus B kommen, unter welchen pC nach IV. ebenfalls ungebrochen durchgeht, und den Brennraum in b treffen würde, müſſen ſich nach I. in b wieder vereinigen. So würde, wenn das Hohlglas nicht da wäre, in ab ein deutliches, aber umgekehrtes Bild des Gegenſtands AB entſtehen. Die Figur giebt alſo die richtigen Wege der Stralen von einem Glaſe zum andern an, indem die drey ſchwarzen Linien nach a zu, die drey punktirten nach b zu convergiren. Der Punkt b beſtimmt ſich dadurch, daß der Stral pC, der auf die Mitte C fällt, ungebrochen bis unter a fortgezogen wird.

Ehe aber noch dieſe Stralen ſich wirklich in a und b vereinigen, und das Bild ab entwerfen können, werden ſie von dem hohlen Augenglaſe aufgefangen, und aufs neue gebrochen. Der Stral CV geht wiederum ungebrochen hindurch, und kömmt wirklich nach a. Alle drey mit ſchwarzen Linien angedeutete aber fallen ſo auf, als ob ſie ſich in a, dem Brennpunkte des Hohlglaſes, vereinigen wollten. Daher müſſen ſie nach III. hinter dem Hohlglaſe mit einander parallel werden, und man hat ihre richtigen Wege, wenn

man die ſchwarzen Linien vom Hohlglaſe aus mit Va parallel fortführt. Die drey punktirten fallen gleichfalls ſo auf, daß ſie nach dem Brennraume des Hohlglaſes in b convergiren; auch dieſe müſſen alſo nach der Brechung unter einander gleichlaufend werden.

Unter denen von B herkommenden Stralen iſt nun allemal einer, der die Mitte des Hohlglaſes bey V trift, alſo nach IV. ungebrochen fortgeht, und wirklich nach b kömmt. Ich habe die Figur ſo eingerichtet, daß ſich dieſer Stral Vb mit unter den drey punktirten befindet, und der mittelſte davon iſt. Wäre aber auch die Figur zufälliger Weiſe anders ausgefallen, ſo zeigt doch das Nachdenken, daß ein ſolcher Stral da ſeyn muß, deſſen Weg nach der Brechung die Linie Vb iſt. Weil nun alle punktirte Stralen parallel aus dem Hohlglaſe ausgehen müſſen, ſo findet man ihre Wege, wenn man ſie vom Hohlglaſe an parallel mit der Linie Vb fortzieht.

Dies ſind alſo die Wege der von A und B kommenden Lichtſtralen durch das galileiſche Fernrohr. Die von A und B herkommenden Stralencylinder werden durch das Vorderglas in Kegel verwandelt, ihre Stralen näher zuſammengebracht, und vom Augenglaſe als ſchmälere concentrirtere Cylinder unter andern Winkeln wieder ausgeſendet. Ganz nahe am Augenglaſe bey O greifen dieſe ausgehenden Cylinder zum Theil in einander. Es iſt noch zu unterſuchen, was ein Auge an dieſen Ort gehalten, durch die Stralen, die es empfängt, ſehen müſſe.

Vorausgeſetzt, daß das Auge bey O weitſichtig iſt, und jeden Punkt, von welchem parallele Stralen auf den Augenſtern fallen, deutlich ſieht, wird es in O lauter gleichlaufende Stralen vom Punkte A, lauter gleichlaufende vom Punkte B, und ſo auch von allen zwiſchenliegenden Punkten F (weil man ſich auch eine Figur entwerfen kan, in welcher der Gegenſtand nur bis F reicht) erhalten, und alſo wird es alle Punkte zwiſchen A und B, d. i. den Gegenſtand ſelbſt, **deutlich** ſehen.

Es wird ferner den Punkt A durch den Stral VO nach der Richtung OA, den Punkt B aber durch den Stral βO

nach der Richtung Oß, nach eben der Seite hin, nach der er wirklich liegt, d. i. den Gegenſtand in ſeiner wirklichen Lage oder **aufgerichtet** erblicken.

Es wird ihn endlich unter dem Winkel O, welcher als Wechſelswinkel dem Winkel aVb gleich iſt, empfinden. Hätte es ihn ohne Hülfe des Fernrohrs von der Stelle des Vorderglaſes oder von C aus betrachtet, ſo würde es ihn unter dem Winkel pCA, der als Scheitelwinkel dem aCb gleich iſt, geſehen haben. Da nun aVb, der äußere Winkel am Dreyeck bVC größer iſt, als aCb, ſo ſieht man durch das Fernrohr den Gegenſtand unter einem gröſſern Winkel, als mit dem bloßen Auge, oder man ſieht ihn **vergrößert**.

So überſieht man, daß das galileiſche Fernrohr, wenn die Brennpunkte beyder Gläſer zuſammenfallen, einem weitſichtigen Auge entlegne Gegenſtände deutlich, aufgerichtet und vergrößert darſtelle. Es wird aber der Gegenſtand ſo vielmal vergrößert, ſo vielmal aVb größer, als aCb iſt. Weil nun beyde Winkel allemal klein ſind, und ſich alſo faſt, wie ihre Tangenten $\frac{ab}{Va}$: $\frac{ab}{Ca}$, oder wie Ca zu Va, verhalten, ſo ſieht man den Gegenſtand ſo vielmal größer, ſo vielmal Ca, die Brennweite des Vorderglaſes, größer als Va, die Zerſtreuungsweite des Augenglaſes, iſt. Der Exponent dieſes Verhältniſſes, die **Vergrößerung**, iſt = $\frac{Ca}{Va}$, oder der Quotient beyder Brennweiten. Iſt des Vorderglaſes Brennweite 2 Schuh, die des Augenglaſes 3 Zoll, ſo wird die Vergrößrung $\frac{2.12}{3}$ = 8 fach ſeyn.

Die Länge des Fernrohrs CV iſt = Ca – Va, d. i. dem Unterſchiede beyder Brennweiten gleich.

Es hat aber dieſes von den Naturforſchern zuerſt gebrauchte Teleſkop die Unbequemlichkeit, daß das Geſichtsfeld daran ſehr klein iſt, oder daß man dadurch nicht viel auf einmal überſehen kan. Schon die Figur zeigt, daß man das Auge ſehr nahe an das Glas bringen muß, um

Stralen von B (punktirte Stralen der Figur) zu erhalten. Zieht man das Auge von O um das mindeſte gegen a zurück, ſo verfehlen es die punktirten Linien gänzlich, und man ſieht B nicht mehr, ſondern nur noch Punkte, die näher an A liegen wie F. Will man alſo, ſo viel möglich, überſehen, ſo muß das Auge ganz an das Hohlglas an gehalten werden, und noch in dieſer Lage überſieht man nur ein gewiſſes beſtimmtes Feld, deſſen Größe deſto geringer iſt, je beträchtlicher die Vergrößerung wird. Da wir jetzt weit bequemere Einrichtungen der Fernröhre kennen, ſo begreifen wir kaum, wie Galilei und andere mit dieſem ſo viel haben entdecken können; ihre Gedult und Geſchicklichkeit muß ſehr groß geweſen ſeyn.

Inzwiſchen hat man dieſe Gattung der Fernröhre lange Zeit beybehalten. **Descartes**, der ſeine Dioptrik im Jahre 1637 ſchrieb, gedenkt noch keiner andern Art derſelben. Heut zu Tage bedient man ſich ihrer nur noch zu den gemeinen **Taſchenperſpectiven** (*Lorgnettes*), wobey keine beträchtliche Vergrößerung verlangt wird, und denen man ſelten über 15 — 18 Zoll, und meiſtentheils nur 5 — 6 Zoll Länge giebt. **Hevel** gedenkt eines Fernrohrs mit zween erhabnen Vordergläſern und einem hohlen Augenglaſe, das auch ſchon **Sirturus** (Teleſcopium. Frf. 1618. 4.) beſchrieben hat. Die beyden Vordergläſer wirken wie eines von einer kürzern Brennweite; alſo iſt es ein galileiſches Fernrohr, das aber bey dieſer Einrichtung ein größeres Geſichtsfeld bekömmt.

Aſtronomiſches Fernrohr, Sternrohr, Tubus aſtronomicus ſ. coeleſtis, Teleſcopium aſtronomicum, *Teleſcope aſtronomique.* Ein Fernrohr aus einem **erhabnen Vorderglaſe** und einem **erhabnen Augenglaſe,** welche in die Enden einer oder mehrerer Röhren ſo eingeſetzt werden, daß der Brennpunkt des Vorderglaſes mit dem dieſſeitigen Brennpunkte des Augenglaſes zuſammenfällt.

Kepler iſt ganz unſtreitig der erſte, der in ſeiner Dioptrik (Dioptrice ſ. Demonſtratio eorum, quae viſui et viſibilibus propter conſpicilla non ita pridem inventa ac-

eidunt. Aug. Vindel. 1611. 4. prop. 86.) die Theorie der Fernröhre richtig erklärt, und dabey dieſe Art des Teleſkops angegeben hat. Duobus convexis, ſagt er, maiora et diſtincta praeſtantur viſibilia, ſed inverſo ſitu. Da er aber ſelbſt kein Künſtler war, ſo blieb ſeine Angabe ein blos theoretiſcher Gedanke, bis ſie der P. **Scheiner** bey ſeinen Beobachtungen der Sonne benützte (Roſa Urſina. Bracciani 1630. fol. maj. p. 130.), und dadurch unter den Aſtronomen bekannter machte. „Wenn man, ſagt er, zwey „ähnliche, d. i. zwey erhabne Linſengläſer in das Rohr ſetzt, „und das Auge gehörig ſtellet, ſo wird man alle Gegen„ſtände auf der Erde zwar umgekehrt, aber vergrößert, „und mit vieler Deutlichkeit, auch dabey viel auf einmal „erblicken. Eben ſo ſieht man die Geſtirne, und da dieſe „rund ſind, ſo kan die umgekehrte Stellung dabey nichts „ſchaden.“ Er führt auch noch an, daß er bereits vor dreyzehn Jahren, alſo um 1617, durch ein ſolches Fernrohr in Gegenwart des Erzherzogs Maximilians beobachtet habe.

Es ſey wiederum Taf. IX. Fig. 25. AB ein ſehr entlegner Gegenſtand, den man von C aus unter dem Winkel pCA ſieht. DE ſey das erhabne Vorderglas von der Brennweite Ca. In GH ſey das gleichfalls erhabne Augenglas, deſſen Brennweite Va iſt, ſo geſtellt, daß die Axen beyder Gläſer Ca und Va in einer geraden Linie liegen, und die Brennpunkte beyder bey a zuſammenfallen. Von dem Punkte A fallen unzählbare parallele Stralen auf DE, von denen die Figur drey mit ſchwarzen Linien angiebt: vom Punkte B kommen ebenfalls unzählbare auf DE, alle mit pC parallel; drey davon giebt die Figur mit punktirten Linien an.

Das Vorderglas ſammlet die zuſammengehörigen Stralen in ſeinem Brennraume, die von A bey a, die von B bey b, welcher Punkt b ſich dadurch beſtimmt, daß man den Stral pC, der auf die Mitte des Glaſes fällt, nach dem Satze IV. ungebrochen bis unter a fortzieht. So entwirft ſich in ab ein umgekehrtes Bild des Gegenſtandes AB. In den Punkten dieſes Bildes kreuzen ſich die zuſammengehöri-

gen Stralen, und gehen immer noch in geraden Linien bis zum Augenglaſe fort.

Auf dieſes fallen ſie als Stralen, die aus Punkten ſeines Brennraums ab kommen, müſſen alſo nach III. hinter dem Augenglaſe wieder parallel werden. Der Stral aV geht ungebrochen hindurch nach O; man hat alſo die Wege der mit ſchwarzen Linien angedeuteten Stralen, wenn man ſie vom Augenglaſe an parallel mit VO fortziehet. Was die punktirten Stralen betrift, die alle aus b kommen, ſchließe man ſo. Wäre unter ihnen einer, der auf die Mitte des Glaſes fiele, wie bV, ſo würde dieſer nach IV. ungebrochen in eben der Richtung fortgehen, und alle übrigen würden mit ihm parallel laufen. Nun kan doch der Umſtand, daß der Stral bV hier nicht wirklich vorhanden iſt, in der Richtung der übrigen nichts ändern. Sie laufen alſo nach der Brechung mit der Linie bV parallel.

Befindet ſich nun in O ein Auge, das einen Punkt deutlich ſieht, wenn von ihm parallele Stralen auf den Augenſtern fallen, ſo wird daſſelbe von A ſowohl als von B und den zwiſchenliegenden Punkten Stralencylinder auffaſſen, die aus gleichlaufenden Stralen beſtehen; es wird alſo den Gegenſtand **deutlich** ſehen.

Weil es den Stral von A nach der Richtung VO, den von B nach der Richtung βO erhält, ſo wird es die Seite B des Gegenſtandes nach β zu, d. h. den Gegenſtand ſelbſt **umgekehrt** erblicken.

Weil es endlich den Gegenſtand unter dem Winkel βOA ſieht, welcher (wegen der Parallellinien βO und bV) dem Winkel bVa gleich iſt, da es ihn ohne Fernrohr und von C aus unter dem Winkel pCA, welcher ſeinem Scheitelwinkel bCa gleich iſt, würde geſehen haben; ſo muß ihm der Gegenſtand ſo vielmal **vergrößert** erſcheinen, ſo vielmal der Winkel bVa größer, als bCa iſt; oder weil ſich dieſe kleinen Winkel, wie ihre Tangenten $\frac{ab}{Va}$ und $\frac{ab}{Ca}$, d. i. wie Ca zu Va verhalten, ſo vielmal Ca, die Brennweite des Vorderglaſes, größer, als Va, die Brennweite

des Augenglaſes, iſt. Der Exponent dieſes Verhältniſſes, der die **Vergrößerung** ausdrückt, iſt alſo auch bey dieſem Fernrohre dem Quotienten der Brennweiten gleich, oder $\frac{F}{f}$, wenn man des Vorderglaſes Brennweite F, die des Augenglaſes f nennt.

Die Länge des Fernrohrs CV iſt $= Ca + Va = F + f$, oder die Summe beyder Brennweiten. Wenn alſo dieſes und ein galileiſches Fernrohr einerley Brennweiten der Gläſer haben, ſo vergrößern beyde gleich ſtark, und das galileiſche iſt um die doppelte Brennweite des Augenglaſes kürzer.

Dagegen aber hat das Sternrohr ein weit größeres Geſichtsfeld, und erfordert kein genaues Anrücken des Auges. Denn ſteht das Auge in O, vom Augenglaſe etwa um ſeine Brennweite entfernt, ſo faßt es von allen Stralencylindern, die durch das Fernrohr durchgehen, und ſämtlich nach dieſem Punkte zu gelenkt werden, einen Theil auf, und es kan keiner davon den Augenſtern ganz verfehlen.

Der vortheilhafteſte Ort für das Auge O iſt derjenige, wo $OV = f + \frac{f^2}{F}$. Denn, weil von jedem Punkte der Sache unzählich viel Stralen ausgehen, ſo kan man annehmen, daß von jedem einer durch den Mittelpunkt des Vorderglaſes C, und alſo ungebrochen, durchgehet. Wo dieſe Stralen, dergleichen hier pCb iſt, durch das Augenglas mit der Axe vereiniget werden, da iſt der vortheilhafteſte Ort das Auge zu ſtellen. Hier nemlich käme von jedem Punkte des Gegenſtandes ein Stral hin, wenn auch die Oefnung des Vorderglaſes nur ein Punkt wäre. Es iſt aber bey einem Glaſe GH, deſſen Brennweite f iſt, die Vereinigungsweite für Stralen, die aus C oder aus der Entfernung CV herkommen $= \frac{CV.f}{CV-f}$, ſ. **Linſengläſer**. Alſo, weil $CV = F + f$ iſt, wird $OV = \frac{(F+f).f}{F+f-f}$

$=\frac{Ff+f^2}{F}=f+\frac{f^2}{F}$. Iſt F = 2 Schuh, f = 3 Zoll, ſo wird OV $= 3+\frac{9}{24}$ oder $3\frac{3}{8}$ Zoll. Man ſetzt daher das Augenglas $3\frac{3}{8}$ Zoll tief in die vorderſte Röhre hinein, damit das Auge, an die Oefnung der Röhre gehalten, gleich in die vortheilhafteſte Stelle komme.

Die Größe des **Geſichtsfeldes** läßt ſich hier ſo beſtimmen. Wenn HO der äußerſte Stral iſt, der vom Augenglaſe nach O kommen kan, ſo überſieht man rings um das Mittel einen Winkel = VOH, deſſen natürliche Größe ohne Fernrohr = pCA = VCH iſt. Das iſt eben der Winkel, unter welchem der Halbmeſſer des Augenglaſes VH in die Augen fallen würde, wenn man ihn vom Vorderglaſe C aus betrachtete. Man nenne dieſen Halbmeſſer VH = r, ſo iſt des Winkels VCH Tangente $=\frac{r}{CV}=\frac{r}{F+f}$, woraus ſich der Winkel ſelbſt, oder der Halbmeſſer des Geſichtsfeldes, mit Hülfe der trigonometriſchen Tafeln findet. Iſt das Augenglas zum Theil bedeckt, ſo iſt für r der Halbmeſſer der Oefnung anzunehmen. Wäre r = $\frac{1}{4}$ Zoll, F und f wie vorher, 2 Schuh und 3 Zoll, ſo würde tang. VCH $=\frac{1}{4}: 27=\frac{1}{108}=$ 0,0092592, alſo der Halbmeſſer des Geſichtsfelds $31\frac{1}{2}$ Min. ſeyn.

Die **Helligkeit** oder Stärke des Lichts, womit ein Fernrohr die Gegenſtände darſtellet, verhält ſich, wie die Menge von Stralen, die von jedem Theile der Sache ins Auge kommen, dividirt durch den Raum, durch den ſie ſich verbreiten. Die Menge der Stralen verhält ſich, wie die Oefnung des Vorderglaſes, oder wenn b den Durchmeſſer dieſer Oefnung bedeutet, wie b^2; der Raum, durch den ſie ſich verbreiten, wie das Quadrat der Vergrößerung, oder wie $\frac{F^2}{f^2}$; mithin die Helligkeit ſelbſt, wie $\frac{b^2f^2}{F^2}$.

Die **Deutlichkeit**, oder vielmehr der Grad der Undeutlichkeit, mit der die Punkte wegen der Farbenverbreitung dargeſtellt werden, verhält ſich wie die Fläche des klei-

nen Kreiſes, durch welchen ſich das Bild eines Punktes, das eigentlich wieder ein Punkt ſeyn ſollte, im Auge ausbreitet, oder wie das Quadrat des Durchmeſſers von dieſem Kreiſe. Nun verhält ſich im Bilde a b der Durchmeſſer des Kreiſes, durch welchen ſich z. B. das Bild des Punkts a verbreitet, wie der Durchmeſſer der Oefnung des Vorderglaſes, oder wie b, und erſcheint dem Auge, das ihn durchs Augenglas betrachtet, in dem Verhältniſſe größer, in welchem die Brennweite f kleiner iſt. Das heißt, der Durchmeſſer des kleinen Kreiſes im Auge verhält ſich, wie $\frac{b}{f}$; mithin iſt die Undeutlichkeit, oder das Quadrat dieſes Durchmeſſers, wie $\frac{b^2}{f^2}$.

Wie man hieraus die Oefnung des Vorderglaſes beſtimmen, und die Länge des Fernrohrs finden könne, das bey einer gegebenen Vergrößerung hell und deutlich ſeyn ſoll, ſ. bey dem Worte: Apertur. Die dort mitgetheilte Tabelle zeigt z. B., daß ein aſtronomiſches Fernrohr, wenn es bey gehöriger Helligkeit und Deutlichkeit 60 mal vergröſſern ſoll, wenigſtens 9 rheinländiſche Schuhe lang ſeyn müſſe.

Dieſe Theorie des Fernrohrs ſetzt ſehr entfernte Gegenſtände, und weitſichtige Augen voraus. Für **nahe** Gegenſtände, von deren Punkten die Stralen nicht mehr parallel aufs Vorderglas fallen, entwirft ſich das Bild erſt hinter a b; man muß alſo das Augenglas G H mehr als vorher von a b entfernen, damit das Bild in den Brennpunkt deſſelben komme, oder: Für nahe Gegenſtände muß man das Fernrohr weiter aus einander ziehen.

Kurzſichtige Augen ſehen nicht deutlich durch parallele, ſondern durch divergirende Stralen. Sollen aber die aus a b kommenden Stralen hinter G H noch etwas divergent bleiben, ſo darf man nur das Glas G H näher an a b rücken. Daher müſſen Kurzſichtige das Fernrohr mehr in einander ſchieben, oder verkürzen, um deutlich dadurch zu ſehen. Eben dies gilt auch für das galileiſche Fernrohr.

Das Sternrohr iſt ein ſo einfaches und ſchönes Werkzeug, daß ich mich nicht habe enthalten können, von der Theorie deſſelben die vornehmſten Sätze beyzubringen. Dieſe Theorie iſt zuerſt von Keplern entwickelt, dann aber nach Erfindung der wahren Geſetze der Brechung erſt von Huygens in ſeiner Dioptrik umſtändlicher ausgeführt worden. Descartes, ob er gleich das Geſetz der Brechung kannte, und einer der größten Geometern war, giebt doch von den Wirkungen des Fernrohrs eine Erklärung, die man nach Huygens Warnung ja nicht ſuchen darf, zu verſtehen, weil die Mühe vergeblich ſeyn würde. Analytiſch haben die Theorie der Fernröhre überhaupt Herr Käſtner in ſeiner Ausgabe von Smith's vollſtändigem Lehrbegrif der Optik, und Herr Klügel in ſeiner analytiſchen Dioptrik vorgetragen.

Daß das Sternrohr die Gegenſtände umkehrt, iſt für den Aſtronomen, der einmal damit bekannt iſt, ein ſehr gleichgültiger Umſtand. Inzwiſchen haben ſchon Kepler und Scheiner einen Vorſchlag gethan, dieſer vermeynten Unbequemlichkeit abzuhelfen. Bey dem Worte: Linſengläſer wird gezeigt, daß ein Converglas von der Brennweite f, Stralen aus einem Punkte, der um 2 f von ihm entfernt iſt, wieder in einen Punkt vereiniget, der um 2 f hinter ihm liegt. Man rücke alſo Taf. IX. Fig. 25 das Augenglas GH von a, dem Brennpunkte des Vorderglaſes, um 2 f oder um ſeine doppelte Brennweite ab, ſo werden ſich die Stralen, die in a und b vereiniget waren, hinter dem Augenglaſe in der Entfernung der doppelten Brennweite zum zweytenmale vereinigen und ein umgekehrtes Bild von a b, d. i. ein aufgerichtetes Bild vom Gegenſtande A B machen. Stellt man gegen dieſes Bild ein zweytes Augenglas ſo, wie GH gegen ab ſteht, daß nemlich das Bild im Brennraume des zweyten Augenglaſes liegt, ſo erfolgt alles, wie beym Sternrohre, nur daß das Bild nunmehr aufgerichtet erſcheint. Dieſe Art von Fernrohr mit drey Gläſern iſt aber nicht in Gebrauch gekommen, weil die Abweichungen dabey allzugroß werden.

Von andern aſtronomiſchen Fernröhren mit drey Gläſern, welche zwar den Gegenſtand umgekehrt zeigen, aber das Geſichtsfeld und die Deutlichkeit vergrößern, hat **Huygens** in ſeiner Dioptrik (prop. 51.) und ausführlicher **Euler** (Recherches ſur les lunettes à trois verres, qui renverſent les objets in Mém. de l'Ac. roy. de Pruſſe. 1757. p. 323.) gehandelt. Wenn man z. B. zwey nahe bey einander ſtehende Augengläſer ſtatt eines einzigen nimmt, ſo wird der Durchmeſſer des Geſichtsfeldes verdoppelt. Nimmt man zwey Vordergläſer ſtatt eines einzigen, ſo wird das Fernrohr kürzer, aber das Geſichtsfeld bleibt das vorige.

Bisweilen wünſcht man eben keine ſtarke Vergrößerung, aber ein deſto größeres Geſichtsfeld und viel Helligkeit zu haben, wenn man z. B. einen großen Theil eines Sternbilds auf einmal überſehen will, um Kometen oder kleine Sterne aufzuſuchen. Dieſe Abſicht erreicht man, wenn man dem Vorderglaſe mehr Oefnung als gewöhnlich, und dem Augenglaſe eine große Brennweite giebt. Sternröhre dieſer Art heißen **Nachtfernröhre, Sternſucher, Kometenſucher,** Teleſcopia nocturna, *Lunettes de nuit.* **Lambert** (Beyträge zum Gebrauch der angew. Mathem. Th. III. S. 204.) beſchreibt ein ſolches, wobey das Objectiv 7 Zoll, das Augenglas 1 Zoll Brennweite hat; die Oefnung des Augenglaſes iſt 1 Zoll, die des Objectivs am Tage 8, bey der Nacht 12 Lin. im Durchmeſſer. Es faſſet 6 bis 7 Grad am Himmel, und läßt bey hellen Nächten die Jupiterstrabanten ſehen, ob es gleich nur 8 Zoll Länge hat. Mehr von dieſen Inſtrumenten findet man in Herrn **Käſtners** aſtronomiſchen Abhandlungen (B. II. S. 252. u. f.). Durch zwey Oculare erhalten ſie noch etwas mehr Vergrößerung.

Erdrohr, Erdfernrohr, Tubus terreſtris, Teleſcopium terreſtre. *Teleſcope terreſtre.* Ein Fernrohr aus vier erhabnen Gläſern, deren eins als Vorderglas, die übrigen drey als Augengläſer dienen. Es läßt ſich als ein aſtronomiſches Fernrohr betrachten, welchem man, um

das Bild wieder umzukehren, noch zwey Augengläſer zugeſetzt hat.

Der P. Anton Maria de Rheita (Oculus Enochi atque Eliae. Antverp. 1665. fol.) giebt es zuerſt als ein ſolches an, das die gewünſchte Umkehrung des Bildes im Sternrohre beſſer, als das kepleriſche mit drey Gläſern, bewerkſtellige. Er beſchreibt es mit verſetzten Buchſtaben nach einem Chiffre, wozu er aber hernach ſelbſt den Schlüſſel gegeben hat.

Zur Erklärung deſſelben ſey Taf. IX. Fig. 26. AB der entlegene Gegenſtand, aus C unter dem Winkel pCA geſehen, DE das Vorderglas von der Brennweite Ca, GH das erſte Augenglas von der Brennweite Va. So gehen die Stralen bis P, wie beym aſtronomiſchen Fernrohre fort, und fallen ſo, daß die zuſammengehörigen parallel ſind, auf das zweyte Augenglas IK, in deſſen Brennraume ſie ſich zum zweytenmale ſammlen, und in αβ ein umgekehrtes Bild von ab, das iſt, ein aufgerichtetes von AB machen. Nachdem ſie ſich hier in den Punkten α und β durchkreuzt haben, fallen ſie auf das dritte Augenglas LM, deſſen Brennpunkt auch in α fällt, gehen alſo hinter demſelben wiederum parallel, und kommen ſo ins Auge O, welches daher aus gleichen Urſachen, wie beym Sternrohre, den Gegenſtand deutlich und vergrößert, aber jetzt aufgerichtet ſieht, weil die punktirten Stralen von der Seite herkommen, auf welcher B wirklich liegt.

Man überſieht leicht, daß hier gleichſam zwey aſtronomiſche Fernröhre vorkommen, das erſte aus den Gläſern DE und GH, das zweyte aus IK und LM. Das erſte Fernrohr macht die Vergrößerung, das zweyte kehrt blos das Bild um, wenn die Brennweiten beyder Gläſer IK und LM einerley ſind. Man kann aber auch die Gläſer von ungleichen Brennweiten nehmen, und alſo noch einige Vergrößerung auch durch IK und LM erhalten. Allemal aber müſſen die Brennpunkte der beyden erſten, ſo wie die der beyden letzten Gläſer zuſammentreffen. Haben alle drey Augengläſer einerley Brennweite = f, und das Vorderglas die Brennweite F, ſo iſt auch hier die Ver-

größerung $= \frac{F}{f}$, die Länge des Fernrohrs aber F + 5 f, der Ort des Auges und das Geſichtsfeld, wie beym Sternrohre.

Gemeiniglich werden die drey Augengläſer in die letzte Röhre, die daher die **Ocularröhre** heißt, ſo gefaſſet, daß man nach Willkühr die beyden erſten GH und IK herausnehmen, und das Fernrohr mit DE und LM allein, als ein aſtronomiſches, gebrauchen kan. Man muß aber alsdann die Röhren mehr in einander ſchieben; denn die Länge, die nunmehr F + f wird, verkürzt ſich um 4 f, oder um die vierfache Brennweite des Augenglaſes.

Da das Licht beym Durchgange durch vier Gläſer viel von ſeiner Stärke verliert, ſo giebt das Erdrohr weniger Helligkeit, als das aſtronomiſche Fernrohr, daher man zu Beobachtungen am Himmel, der umgekehrten Stellung ungeachtet, immer das letztere vorzieht. Zur Betrachtung der Gegenſtände auf der Erde aber iſt das hier beſchriebene ein ſehr nützliches Werkzeug.

Man hat Erdfernröhre mit vier, fünf bis ſechs Augengläſern, wobey die Abſicht iſt, die Abweichung wegen der Farbenzerſtreuung zu vermindern, und zugleich das Geſichtsfeld zu vergrößern. Ueberhaupt laſſen ſich die Zuſammenſetzungen von Convergläſern, zwiſchen welchen Bilder entſtehen, und wo das letzte Bild im Brennpunkte des letzten Glaſes liegt, auf mannichfaltige Art combiniren. Jede ſolche Combination giebt eine andere Art des Fernrohrs, und jede hat ihre eignen Vorzüge und Nachtheile. **Euler** hat davon ſehr allgemein gehandelt (Regle generale pour la conſtruction des teleſcopes et des microſcopes de quelque nombre des verres qu'ils ſoient compoſés in Mém. de l'Ac. roy. de Pruſſe. 1757. p. 283., auch in ſ. Dioptrica, To. II. Sect. 2.). **Dollond's** Fernröhre mit ſechs Gläſern, die er vor der Erfindung der achromatiſchen verfertigte, hatten damals großen Beyfall (ſ. Phil. Trans. Vol. XLVIII. p. 103.).

Alle bisher betrachtete Fernröhre behalten wegen der gedoppelten Abweichung der Lichtſtralen (ſ. **Abweichung**;

dioptriſche) eine Undeutlichkeit, die ſich auch bey der beſten Einrichtung nie ganz heben läßt, und die deſto beträchtlicher wird, je ſtärker die Vergrößerung in Vergleichung mit der Länge des Fernrohrs ſeyn ſoll. Man ſuchte anfänglich die Urſache hievon blos in der ſphäriſchen Geſtalt der Gläſer, und glaubte ihr durch elliptiſche oder hyperboliſche Gläſer abhelfen zu können. Man gab den Gläſern überdies Bedeckungen oder Blendungen, wovon die Worte: **Blendung, Apertur** nachzuſehen ſind. **Huygens** fand es ſehr vortheilhaft, die Blendung des Augenglaſes im aſtronomiſchen und Erdfernrohre innerhalb der Röhre an der Stelle des letzten Bildes anzubringen, welches auch noch bis jetzt zu geſchehen pflegt. Eben dieſer ſcharfſinnige Geometer entwarf in ſeiner Dioptrik zuerſt eine vollſtändige Theorie der Fernröhre, und lehrte die Verhältniſſe der Helligkeit, Deutlichkeit, Länge und Vergrößerung beſtimmen. Man findet ſeine Regeln hierüber nebſt einer Tabelle bey dem Worte: **Apertur.** **Euler** hat zwar in ſeiner Dioptrik (To. II. §. 194. ſqq.) andere Regeln gegeben, die ſich aber mit dem hugenianiſchen ſehr wohl vereinigen laſſen.

Es ſcheint zwar auf den erſten Blick, als ob man durch ein aſtronomiſches Fernrohr von einer gegebnen Länge, z. B. von 2 Schuhen, jede Vergrößerung erhalten könnte, z. B. eine 100fache, wenn man zu einem Vorderglaſe von 2 Schuh Brennweite ein Augenglas von einer 100mal kleinern, d. i. von $\frac{1}{50}$ Schuh oder von $\frac{6}{25}$ Zoll Brennweite, nähme. Allein man würde in dieſem Falle zwar die verlangte Vergrößerung, zugleich aber auch eine Undeutlichkeit erhalten, die das Fernrohr ganz unbrauchbar machen würde. Die Vergrößerung hat alſo für jedes Fernrohr gewiſſe Grenzen. Nach Huygens Theorie (ſ. **Apertur**) muß $b = \sqrt{\frac{1}{40}F}$; ingleichen $b = \frac{10}{11} f$ ſeyn, wenn das Fernrohr gut ſeyn ſoll. Hieraus folgt $F = \frac{4000}{121} f^2$, alſo $F^2 = \frac{4000}{121} F f^2$ und $\frac{F^2}{f^2} = \frac{4000}{121} F$. Nun iſt $\frac{F^2}{f^2}$ die Quadratzahl der Vergrößerung, F aber die Brennweite des Vorderglaſes oder die Länge des

Fernrohrs (weil die geringe Brennweite des Augenglaſes hiebey nicht in Betrachtung kömmt). Es muß ſich daher **die Länge des Fernrohrs, wie die Quadratzahl der Vergrößerung**, verhalten. Soll alſo ein aſtronomiſches Fernrohr bey gleicher Helligkeit und Deutlichkeit dreymal ſo ſtark, als ein anderes, vergrößern, ſo muß man ihm eine neunmal ſo große Länge geben, u. ſ. w. Vergrößert ein Rohr von 1 Schuh Länge 20mal, ſo iſt zu einer 100fachen Vergrößerung ein 25 Schuh langes Rohr nöthig.

Da ſchon die erſten ſehr unvollkommnen Fernröhre ſo wundervolle Entdeckungen veranlaſſet hatten, ſo machte man ſich die übertriebenſten Erwartungen von dem, was Fernröhre mit ſtarken Vergrößerungen am Himmel zeigen müßten. Man arbeitete daher um die Mitte des vorigen Jahrhunderts eifrigſt auf dieſen Endzweck, den man nicht anders, als durch Fernröhre von großer Länge glaubte erhalten zu können. Daher kommen die ungeheuren Längen der Fernröhre, und die Gläſer von ſo großen Brennweiten in der damaligen Periode. **Euſtachius de Divinis** zu Rom und **Campani** zu Bologna wetteiferten in dieſer Abſicht mit einander; doch ſind die Gläſer des letztern weit berühmter geworden. Er verfertigte auf Befehl Ludwigs XIV. Gläſer von 86, 100 und 136 pariſer Fuß Brennweite, durch welche Caſſini die zween nächſten Trabanten des Saturns entdeckte. Er hat zwar nur wenige Gläſer von ſo beträchtlichen Brennweiten zu Stande gebracht; allein ſeine kleinern Objective finden ſich noch jetzt häufig, und werden von den Beobachtern ſehr geſchätzt. **Huygens** ſelbſt ſchrieb über das Schleifen der Gläſer (Comment. de vitris figurandis in Opp. poſth. Lugd. Bat. 1703. 4.), und verfertigte Objective bis zu 210 Fuß Brennweite. **Auzout** in Frankreich brachte ſogar eines von 600 Fuß zu Stande, konnte es aber aus Mangel einer ſchicklichen Vorrichtung nicht gebrauchen. **Peter Borel**, Mitglied der pariſer Akademie, **R. Hook, Paul Neille, Reive** und **Cox** in England thaten ſich ſämmtlich von dieſer Seite hervor. **Hartſoeker** ſchlif ebenfalls Objectivgläſer von 600 Schuh Brennweite, und beſchreibt (Eſſai de Dioptrique. Paris. 1694. 4.)

ſeine ſehr ſinnreiche Methode, ſie zu verfertigen. Man kan ſich leicht vorſtellen, was für Mühe es gekoſtet haben müſſe, Röhre von ſo ungeheuren Längen, die ſich durch ihr eignes Gewicht krümmen, bey aſtronomiſchen Beobachtungen zu behandeln. Wer ſich von den Schwierigkeiten dabey einen Begrif machen will, darf nur einen flüchtigen Blick auf einige Kupfertafeln in **Hevels** Machina coeleſti oder im **Bianchini** (Heſperi et Phoſphori nova phaenomena, Romae 1728. fol. maj. Tab. VII. und VIII.) werfen, wo ſolche Röhre von 70 und 120 römiſchen Palmen vorgeſtellt werden, die Campani 1684 in Rom zur Beobachtung des Monds aufrichtete. Dies veranlaſſete folgende Vorſchläge, die großen Gläſer ohne Röhren zu gebrauchen.

Fernglas ohne Röhren, Luftfernglas, Aſtroſcopium tubi molimine liberatum, *Teleſcope aërien.* Eine Verbindung zweyer Gläſer, wie im galileiſchen und aſtronomiſchen Fernrohre, wobey aber die Röhren wegbleiben, und das Objectiv oder Vorderglas in freyer Luft aufgeſtellt wird.

Huygens (Aſtroſcopia compendiaria, tubi optici molimine liberata. Hagae Com. 1684. 4.) gab, um den unüberwindlichen Beſchwerlichkeiten der langen Röhren auszuweichen, dieſes ſinnreiche Mittel an, die Röhren ganz zu entbehren. Er faſſet das Objectivglas in ein ganz kurzes Rohr, das ſich vermittelſt einer Nuß nach allen Richtungen drehen läßt, und befeſtigt es in der Höhe an eine feſte Stange, an den Giebel eines Gebäudes u. dgl. Die Axe dieſes Rohrs konnte er mit einem ſeidnen Faden richten, und ſie in eine gerade Linie mit der Axe einer andern kurzen Röhre bringen, worinn das Augenglas befindlich war, und die er in der Hand hielt. Auf dieſe Art konnte er Gläſer von den größten Brennweiten in jeder Höhe des Gegenſtandes, ſelbſt im Zenith, gebrauchen, wenn nur ein Standpunkt von hinlänglicher Höhe vorhanden war, um das Objectivglas daran zu befeſtigen. Außerdem hatte er noch eine Erfindung angebracht, das Geſtell, worauf die Röhre mit dem Objectivglaſe ruhete, an einer Stange zu erhöhen oder niederzulaſſen, je nachdem es die Stellung des

Gegenſtandes erforderte. Da man heut zu Tage nach der Erfindung der Spiegelteleſkope und achromatiſchen Fernröhre die langen Röhren gar nicht mehr braucht, ſo habe ich keine Abbildung dieſer zu ihrer Zeit nützlichen Maſchine geben wollen. Man findet aber dergleichen beym **Wolf** (Elem. Dioptr. Tab. VIII. Fig. 65.) und beym **Smith** (Lehrbegrif der Optik, durch Käſtner, Taf. XIX. Fig. 56.), wo man auch **Huygens** ganze Schrift überſetzt leſen kan (S. 329. u. f.).

Bianchini (Heſperi et Phoſphori nov. phaen. p. 59. und in Mém. de l'acad. roy. des Sc. 1713.) hat noch einige Verbeſſerungen dieſer Maſchine angegeben, ſo wie auch **de la Hire** (Mém. de l'acad. 1715.), der das Objectivglas nicht in ein Rohr, ſondern in ein Bret, einſchließt (ſ. **Smith** S. 335.).

Eine ähnliche, aber nicht ganz ſo bequeme, Vorrichtung hat auch **Hartſoeker** vorgeſchlagen (ſ. Miſcell. Berolin. To. I. p. 261.). Da die Röhren auch dienen, das fremde Licht von den Seiten her abzuhalten, ſo ſind alle dieſe Erfindungen nur bey Nacht, ſchwerlich aber am Tage oder beym Mondſcheine, zu gebrauchen.

Huygens Vorrichtung iſt vorzüglich in England von D. **Pound** und deſſen Vetter **Bradley** mit Nutzen gebraucht worden, um ein Objectivglas von 123 Fuß Brennweite zu behandeln, welches Huygens verfertiget, und der königlichen Societät geſchenkt hatte. Pound ſahe dadurch die Saturnstrabanten im Jahre 1718 zum erſtenmale in England, und überzeugte ſeine Landsleute von ihrer Exiſtenz, die ſie bis dahin auf **Caſſinis** bloßes Wort nicht hatten glauben wollen.

Weil aber dieſes Hülfsmittels ungeachtet ſowohl die Verfertigung als der Gebrauch der Gläſer von ſo langen Brennweiten höchſt beſchwerlich blieb, ſo fuhr man noch immer fort, auf Mittel zu Verminderung der Abweichungen zu denken, damit man ſtärkere Vergrößerungen auch durch kürzere Fernröhre erhalten könnte. Man ſchlug dazu gefärbte Objectivgläſer, Objectivringe von Glas, neue Einrichtungen der Fernröhre mit mehreren verſchiedentlich

geſtellten Gläſern u. dgl. vor, ohne doch den gewünſchten Zweck zu erreichen. Ich will hiebey nur noch bemerken, daß Zuſammenſetzungen, worinnen Hohlgläſer vorkommen, zur Verminderung der Farbenzerſtreuung geſchickter ſind, als ſolche, die aus lauter Convexgläſern beſtehen. Es iſt keinesweges unmöglich, in einem gemeinen Fernrohre, auch ohne den Gebrauch zweyer Glasarten, die Farbenzerſtreuung aufzuheben, wofern nur ein Hohlglas darinn vorkömmt, mit lauter Convexgläſern aber iſt es ſchlechterdings unmöglich (ſ. *Lambert* ſur les lorgnettes achromatiques in dem Nouv. mém. de Berlin. 1771. p. 338.). Vielleicht läßt es ſich hieraus erklären, wie einige der erſten galileiſchen Fernröhre ſo ſtarke Vergrößerungen ohne allzu große Undeutlichkeit haben aushalten können.

Endlich machte die Erfindung der **Spiegelteleſkope**, welche gar keine Farbenzerſtreuung verurſachen, und alſo ſtarke Vergrößerungen bey geringer Länge vertragen, in dieſen Bemühungen einen ſehr langen Stillſtand. Man hielt es mit **Newton** ſogar für unmöglich, in den Fernröhren mit bloßen Gläſern die Abweichung wegen der Farben auf irgend eine Art zu vermeiden, bis man durch **Dollonds** glückliche Verſuche von dem Gegentheile überzeugt wurde. Dieſe Verbeſſerungen der Fernröhre aber ſind ſo wichtig, daß ich ihrentwegen ganz auf die ihnen gewidmeten eignen Artikel: **Spiegelteleſkop** und **Achromatiſche Fernröhre** verweiſen muß.

Beſchreibungen der äußern Theile und Nebenſtücke eines Fernrohrs, z. B. der Faſſungen der Gläſer, der Röhren, Stative, gefärbten Gläſer zur Betrachtung der Sonne u. dgl. wird man hier wohl nicht erwarten, zumal da faſt jeder Künſtler und Liebhaber hiebey ſeinen eignen Ideen und Bedürfniſſen folget. Etwas von Röhren und Stativen hat **Wolf** (Elementa Dioptricae. Probl. 29 et 34.), aber freylich ſo, daß es für die jetzigen Fernröhre nicht mehr paſſend iſt. Die engliſchen Künſtler ſind jetzt darinn die Lehrmeiſter der übrigen, und bearbeiten auch das Aeußerliche an den Fernröhren ſehr feſt und ſauber. Uebrigens kömmt auf das genaue Centriren und die feſte Stellung der

Gläſer ſo viel an, daß ohne dieſes die beſten Gläſer völlig unbrauchbar ſind. Von den **Mikrometern** und **Heliometern**, die man bey Fernröhren anbringt, handeln eigne Artikel dieſes Wörterbuchs. Man ſ. auch die Worte: **Binocularteleſcop, Helioſkop, Polemoſkop, Vergrößerung, Auzometer.**

Bey der Beobachtung ſelbſt überſieht man ein ganzes kreisrundes Feld, das **Geſichtsfeld**, und in ſehr vielen Fällen iſt daran gelegen, den Mittelpunkt deſſelben, der in des Fernrohrs Axe liegt, unterſcheiden zu können. In dieſer Abſicht ſpannt man inwendig im Ocularrohre zween feine Fäden aus, die ſich im Brennpunkte des letzten Augenglaſes rechtwinklicht durchkreuzen. Dieſe Fäden wird man durch das Augenglas deutlich ſehen, und ihr Durchſchnittspunkt wird die Mitte des Geſichtsfelds beſtimmen. Man kan auch ein ebnes Glas gebrauchen, auf dem Linien ſtatt der Fäden geriſſen ſind. Dieſe Veranſtaltung heißt ein **Fadenkreuz**, und wird nicht allein oft bey aſtronomiſchen Beobachtungen, ſondern auch vorzüglich da gebraucht, wo Fernröhre die Stelle der Dioptern bey Feldmeſſerwerkzeugen, aſtronomiſchen Quadranten u. dgl. vertreten. Dies heißen **teleſkopiſche Dioptern**, und werden den **bloßen Dioptern** (nudis pinnicidiis) entgegengeſetzt. Wenn alsdann der Durchſchnittspunkt des Fadenkreuzes den Punkt, nach welchem man viſiren will, bedeckt, ſo richtet ſich die Axe des Fernrohrs, alſo auch die mit ihr parallele Viſirlinie des Inſtruments (linea fiduciae) nach dieſem Punkte. Das Viſiren nach entlegnen Punkten erhält dadurch weit mehr Genauigkeit, als durch bloße Dioptern zu erreichen möglich iſt, daher bey großen geometriſchen Meſſungen, beym Waſſerwägen und bey den aſtronomiſchen Winkelmeſſern keine andern, als teleſkopiſche Dioptern, gebraucht werden. Zum erſtenmale iſt das Fernrohr auf dieſe Art von **Picard** im Jahre 1669 bey ſeiner Gradmeſſung in Frankreich gebraucht worden.

Montucla hiſt. des mathematiques, To. II. P. IV. L. 3.
Prieſtley Geſchichte der Optik durch Klügel, S. 48 u. f. 158 u. f. 534.

Weidler Hiſtoria aſtronomiae. Viteb. 1741. 4. Cap. XV.
Smith vollſtändiger Lehrbegrif der Optik, durch Käſtner, an mehrern Stellen.
Käſtners Anfangsgründe der Dioptrik, §. 86. u. f.
Wolf Elem. Dioptricae, in Elem. Matheſ. univ. Halae. 1715. 4. To. II.
Briſſon Dict. raiſonné de Phyſique, Art. *Lunette, Teleſcope.*

Feſte Körper, Corpora ſolida, *Corps ſolides*, Körper, deren Theile ſo ſtark zuſammenhängen, daß ſie der Trennung einen merklichen Widerſtand entgegen ſetzen, der ſich nicht durch das Gewicht der einzelnen Theile allein überwinden läßt, auch nicht erlaubt, einen Theil des Körpers zu bewegen, ohne daß ſich dieſe Bewegung dem Ganzen mittheile. Ihnen werden die flüßigen Körper entgegen geſetzt, bey welchen der Zuſammenhang der Theile weit ſchwächer, und ſo gering iſt, daß ſie durch ihr bloßes Gewicht ſich losreiſſen, ihre Lage ändern und allein ohne den ganzen Körper bewegt werden können. Umſtändlicher werden die Kennzeichen, wodurch ſich beyde unterſcheiden, bey dem Worte: **Flüßige Körper** angeführt.

Feſte Punkte, ſ. **Hygrometer, Thermometer.**

Feſtigkeit, Soliditas, *Solidité.* Der Zuſtand eines Körpers, deſſen Theile ſo ſtark zuſammenhängen, daß ſie ſich nicht von ſelbſt, oder durch ihr Gewicht allein, von dem Ganzen losreiſſen, oder ihre Lage gegen einander ändern können, daher auch jeder Theil ſeine Bewegung dem Ganzen mittheilt. Der Feſtigkeit ſetzt man die **Flüßigkeit** entgegen, ſ. **Flüßigkeit.**

In einem andern Sinne des Worts wird den Körpern oder den Zuſammenfügungen mehrerer Körper **Feſtigkeit** (firmitas, ſtabilitas, *fermeté*) beygelegt, wenn die Trennung der Theile vom Ganzen eine ſehr große Kraft erfordert. In dieſer Bedeutung ſetzt man der Feſtigkeit die **Zerbrechlichkeit** entgegen, bey welcher ſich die Theile mit geringer Kraft vom Ganzen trennen laſſen, wenn ſie auch ſchon nicht von ſelbſt, oder durch ihr eignes Gewicht abfallen.

Fett, Pinguedo, Adeps, *Graiſſe.* Eine feſte ölichte Subſtanz, welche ſich in den thieriſchen Körpern an verſchiedenen Theilen abſetzt. Sie beſteht aus einem milden, nicht flüchtigen Oele, welches ſeine Feſtigkeit blos einer innig damit verbundnen Säure, der **Fettſäure** oder **thieriſchen Säure** (Acidum pinguedinis animalis, *Acide de graiſſe*) zu danken hat. Die mineraliſchen Säuren und Laugenſalze wirken auf das Fett eben ſo, wie auf die milden, nicht flüchtigen Pflanzenöle, welche keine harzige noch gummichte Eigenſchaft haben, und nicht trocken werden, z. B. das Baumöl, die man daher **fette Oele** nennt.

Die Säure des Fetts iſt vorzüglich von **Segner** (Diſſ. de acido pingued. animalis. Gott. 1754.) und von Hrn. **Crell** (Chem. Journal, Th. I. S. 60-94. Th. II. S. 112-128. Th. IV. S. 47-77.) unterſucht worden, welcher letztere denen Mittelſalzen, die aus ihrer Verbindung mit andern Körpern entſtehen, eigne Namen beygelegt hat. So giebt ſie mit dem vegetabiliſchen Laugenſalze **Segners thieriſchen Weinſtein**, mit dem mineraliſchen Alkali das **mineraliſche Thierſalz**, mit dem flüchtigen Alkali **Segners thieriſchen Salmiak** u. ſ. w. Gegen dieſe Benennungen läßt ſich doch erinnern, daß die Fettſäure keine eigentlich thieriſche, oder dem Thierreiche allein eigne Säure iſt, weil auch fette Stoffe des Pflanzenreichs, z. B. die Cacaobutter, eine ähnliche Säure liefern.

Im natürlichen Zuſtande iſt das Fett ſehr mild; wenn aber die Säure durch die Hitze oder durch das Alter entwickelt und zum Theil entbunden worden iſt, ſo wird es ſcharf, reizend und ſogar ätzend. In dieſem Zuſtande löſet der Weingeiſt den ranzigen Theil davon auf, daher man durch Behandlung mit Weingeiſt das verdorbene Fett wieder verbeſſern kan. Das im Fette enthaltene Oel, welches der Butter und dem Wachſe gleich kömmt, entſpringt ohne Zweifel aus den ölichten Theilen der Nahrungsmittel, welche für die Ernährung des Körpers und für die Fortpflanzung überflüßig ſind, und daher beſonders abgeſetzt werden.

Uebrigens pflegt man bisweilen allen denjenigen Subſtanzen den Namen der **Fettigkeiten** zu geben, welche ſich im Waſſer wenig oder gar nicht auflöſen laſſen, bey einem geringen Grade der Wärme flüßig oder ſchmierig werden, und mit einer Flamme brennen. Dergleichen ſind nicht allein die thieriſchen Fette, als Talg u. dgl. ſondern auch die fetten Oele, Balſame, Butter, Kampher, Wachs und Harz.

Macquer chym. Wörterb. durch Leonhardi. Art. Fett, Fettſäure.

Feucht, Humidum, *Humide.* Ueberhaupt nennt man einen Körper feucht, wenn er von Waſſer oder andern flüßigen Materien durchdrungen iſt, oder dergleichen in ſeinen Zwiſchenräumen enthält. So ſagt man, ein Schwamm, ein Papier ſey feucht, wenn ſich Waſſertheile in den Zwiſchenräumen dieſer Körper aufhalten; man nennt die Luft feucht, wenn ſie viel Waſſer oder Dünſte in ſich enthält, es ſey nun in unſichtbarer oder in concreter Geſtalt, ſ. **Dünſte**; man ſagt, die Salze werden an der Luft feucht, weil ſie die in der letztern enthaltenen Waſſertheile in ſich nehmen.

Insbeſondere aber nennt man diejenigen Körper **feucht**, welche geneigt ſind, das Waſſer oder überhaupt das Flüßige, das ſie enthalten, den ſie berührenden Körpern mitzutheilen. In dieſem Sinne wird das Wort **feucht** genommen, wenn man ſagt, das Hygrometer zeige, wie feucht die Luft ſey. Es zeigt eigentlich, wie ſtark die Diſpoſition der Luft ſey, das in ihr enthaltene oder aufgelöſte Waſſer der zum Hygrometer gebrauchten Subſtanz mitzutheilen.

Feuchtigkeit, Humiditas, Humor, *Humidité.* Dieſes Wort wird in verſchiedenen Bedeutungen gebraucht. Man nimmt es bald für den Zuſtand des feuchten Körpers (humiditas), ſ. **Feucht**, bald für das in ihm enthaltene Waſſer ſelbſt (humor). So ſagt man, bey großer **Feuchtigkeit** der Luft werde der Erfolg der elektriſchen Verſuche gehindert, wobey durch Feuchtigkeit der Zuſtand der feuchten Luft ſelbſt verſtanden wird; man ſagt aber auch, die Luft

enthalte viel **Feuchtigkeit**, d. i. viel wäſſerichte Theile. **De Lüc** (Beſchreibung eines neuen Hygrometers, Philoſ. Trans. Vol. LXIII. no. 38. und deutſch in den Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſch. I. B. 1. St.) braucht, um das letztere auszudrücken, das Wort **Humor** für alle in der Luft enthaltene wäſſerichte Theile.

Die neuern Schriftſteller über die Hygrometrie, z. B. **de Sauſſüre** und **de Lüc** verſtehen unter dem Worte **Feuchtigkeit** *(humidité)* die Dispoſition, Waſſer mitzutheilen, welche der Luft jedesmal eigen iſt, und durch die Veränderungen des Hygrometers angezeigt wird. ſ. **Hygrometer.** Dieſe iſt nicht ohne Ausnahme einerley oder proportional mit der Menge des in der Luft enthaltenen Waſſers; ſie ändert ſich vielmehr ſowohl mit dem Grade der Wärme, als auch mit der verſchiedenen Beſchaffenheit der Luft ſelbſt, der in ihr enthaltenen Waſſertheile und der zum Hygrometer gebrauchten Materie.

Feuchtigkeiten, Humores, *Humeurs*, heißen oft auch diejenigen wäſſerichten flüßigen Materien, welche ſich an andere Körper, beſonders an die Hand, die ſie berührt, anhängen, und ſie benetzen, ſ. **Adhäſion.** So ſind Waſſer, Wein, Milch u. dgl. Feuchtigkeiten; das Queckſilber, das weder wäſſericht iſt, noch ſich an die Haut des menſchlichen Körpers anhängt, bekömmt auch den Namen einer Feuchtigkeit nicht; man müßte denn ſagen wollen, es ſey in Anſehung der Metalle feucht, an die es ſich anhängt. Auch Oele, ob ſie gleich an der Hand anhängen, pflegt man nicht Feuchtigkeiten zu nennen. Hingegen iſt nichts gewöhnlicher, als den flüßigen Theilen oder Säften des menſchlichen und thieriſchen Körpers den Namen der **Feuchtigkeiten** zu geben.

Feuchtigkeiten im Auge, ſ. Auge.

Feuer, Feuerweſen, Feuerſtoff, Wärmeſtoff, Elementarfeuer, Ignis, Ignis elementaris, Materia caloris ſ. calorifica, *Feu*, *Feu élémentaire.* Die Sprache des gemeinen Lebens nennt alles dasjenige Feuer, was gewöhnlich als Mittel gebraucht wird, in andern Körpern die

Phänomene und Wirkungen der Wärme hervorzubringen, d. h. ſie zu erhitzen, zu ſchmelzen, in Dämpfe zu verwandeln, zu entzünden und zu verbrennen. Dergleichen Mittel ſind die Flamme brennender Körper, die glühenden Kohlen u. dgl. Da man nun in der Naturlehre ſehr oft genöthiget iſt, den Erſcheinungen der Wärme eine Urſache beyzulegen, ob man gleich, aufrichtig zu geſtehen, von dieſer Urſache ſehr wenig Gewiſſes weiß, ſo braucht man für dieſelbe ebenfalls den Namen **Feuer**, den man aber in dieſer Bedeutung von dem, was im gemeinen Leben Feuer genannt wird, oder von dem **Küchenfeuer** und der Flamme, ſehr ſorgfältig unterſcheiden muß. Demnach iſt Feuer dasjenige, was in einem Körper Wärme hervorbringt, die unbekannte Urſache der Wärme.

Da doch die meiſten Naturforſcher dieſe Urſache ganz oder zum Theil von einer eignen Subſtanz herleiten, welche durch die ganze Körperwelt verbreitet ſeyn, und eine ſehr ſtarke Wirkung auf andere Subſtanzen äußern ſoll, ſo habe ich kein Bedenken getragen, die Namen **Feuerweſen, Elementarfeuer** ꝛc. welche ſie dieſer Subſtanz beylegen, hier als gleichbedeutend mit dem Worte Feuer ſelbſt anzuführen.

Zwar haben auch andere Naturforſcher von nicht geringem Anſehen das Feuer blos für einen Zuſtand der Körper, oder für eine nach gewiſſen Modificationen erfolgende Bewegung ihrer feinſten Theile halten wollen, ohne ein beſonderes Feuerweſen oder Elementarfeuer anzunehmen. In dieſe Claſſe gehören der Kanzler **Bacon** (De forma Calidi in Opp. Amſt. 1653. 12.) und **Descartes**, welcher das Feuer für eine Bewegung des erſten Elements oder der ſubtilen Materie erklärt, wodurch die Theile der Körper mit fortgeriſſen werden. Selbſt **Newton** ſcheint in ſeinen der Optik beygefügten Fragen dieſe Meynung zu begünſtigen, und das Feuer blos für denjenigen Zuſtand der Körper zu halten, in welchem ſie durch eine heftige ſchwingende Bewegung die in ihnen befindliche Lichtmaterie ausſenden. ſ. **Flamme**. Auch die Herren **Mariveʒ** und **Gouffier**, Verfaſſer der in einem ſehr weitläuftigen Plane angefan-

genen Phyſique du monde, ſind dieſer Meinung zugethan. Es laſſen ſich aber hiegegen ſehr gegründete Einwendungen machen. Die lockerſten Körper z. B. nehmen eben den Grad der fühlbaren Wärme an und pflanzen ihn fort, den die benachbarten viel dichtern haben; alle Körper, ſelbſt die, welche nur eine ſchwache Elaſticität beſitzen, pflanzen dennoch die Wärme leicht durch ſich fort, obgleich ſonſt alle ſchwingende Bewegungen durch die Dazwiſchenkunft weicher unelaſtiſcher Körper gedämpft und aufgehoben werden. Endlich wird eine jede Bewegung deſto langſamer, ſchwächer und unmerklicher, je größer die Maſſe iſt, durch welche ſie ſich vertheilt; das Feuer hingegen verbreitet ſich mit gleicher Stärke ſeiner Wirkungen aus den geringſten Maſſen in die größten, und kann ganze Städte verheeren, wenn es auch nur aus einem Fünkgen glimmender Aſche entſtanden iſt. Dieſen letztern Einwurf findet ſelbſt **Euler** (Diſſ. de igne im Recueil des pieces, qui ont remporté le prix à l'Acad. roy. des Sc. ann. 1738.), ein ſonſt ſehr carteſianiſch geſinnter Phyſiker, ſo ſtark, daß er es für nothwendig hält, ein elaſtiſches Feuerweſen anzunehmen. Auch möchten ſich wohl die Phänomene der Verbrennung aus einer bloßen innern Bewegung der Theile ſchwerlich ſo befriedigend erklären laſſen, als dies bey einigen der neuern Hypotheſen, welche ein eignes Feuerweſen vorausſetzen, möglich iſt. Aus dieſen Gründen wird das Daſeyn einer ſolchen Subſtanz anjetzt mit faſt allgemeiner Uebereinſtimmung angenommen.

Deſto größer aber iſt die Verſchiedenheit der Meinungen über die Beſchaffenheit dieſes Feuerweſens, über ſeine Verhältniſſe gegen andere Stoffe, und über die Art und Weiſe, wie es die Erſcheinungen der Wärme, die Verdampfung, Schmelzung und Verbrennung der Körper bewirkt. Einige halten das Elementarfeuer für nichts anders als für die Materie des Lichts; andere unterſcheiden es von derſelben, oder ſehen doch das Licht als eine eigne neue Modifikation des Feuerweſens an. Viele haben das, was die Körper entzündlich oder verbrennlich macht, das ſogenannte **Phlogiſton** für ein in den Körpern befindliches gebundenes Feuer gehalten, andere aber haben Feuer und Phlogiſton

als zween beſondere ſich entgegengeſetzte Stoffe betrachtet. Einige nehmen das Feuer für ein allgemeines Auflöſungsmittel aller Körper an, andere glauben hingegen, daß daſſelbe, um wirkſam zu werden, und die Erſcheinungen der Wärme zu zeigen, ſelbſt eines neuen hinzukommenden Auflöſungsmittels bedürfe. Dieſe ungemeine Verſchiedenheit der Meinungen hat ihren natürlichen Grund darinn, daß hier die Rede von einer Urſache iſt, die wir nie an ſich ſelbſt unterſuchen, ſondern blos aus ihren Wirkungen beurtheilen können. Das einzige nun, was ſich aus dieſen mit einiger Gewißheit folgern läßt, iſt, daß das Feuer ein feines, flüſſiges, höchſt elaſtiſches Weſen ſey, das alle Körper durchdringt, verſchiedene Verwandſchaften gegen dieſelben äuſſert, und in ihnen in verſchiedener Menge ſowohl, als auf verſchiedene Weiſe, enthalten ſeyn kan. Alles übrige beruht auf Schlüſſen und Vorſtellungsarten, welche der eine Naturforſcher auf dieſe, ein anderer auf andere Erfahrungen baut, und die uns noch bis jetzt kein ſicheres Reſultat über die Natur und Wirkungsart des Feuers verſchafft haben. Bey dieſer Lage der Sache kan ich hier nichts mehr thun, als einige der vornehmſten Meinungen über das Feuer anführen, unter welchen die neueſten der Herren **Crawford** und **de Lüc** anjetzt die meiſte Aufmerkſamkeit auf ſich ziehen.

Einige Meinungen der ältern Chymiſten über das Feuer hat **Johann Friedrich Meyer** (Chymiſche Verſuche zur nähern Erkenntniß des ungelöſchten Kalks, Hannover und Leipz. 1770. 8. Cap. 23.) angeführet, vornehmlich in der Abſicht, um zu zeigen, daß die von ihm angenommene fette Säure bereits ein Gedanke der Alten geweſen ſey. Uebrigens läuft faſt alles, was ſich darinn findet, auf dunkle und geheimnißvolle Benennungen hinaus, da das Feuerweſen ein von dem gemeinen unterſchiedener Schwefel (ſulphur, ſed non vulgi), ein Kind der Sonne, ein unſichtbarer und unfühlbarer ſaurer Geiſt, ein Salz, das aus den obern Regionen Wärme und Licht an ſich ziehe, genannt wird. **Becher** wird als der erſte angegeben, der das Feuerweſen für eine Erde gehalten habe, welche Meinung nach-

her durch die Betrachtung des Rußes und der Kohlen beſtärkt, aber darauf eingeſchränkt worden ſey, daß zwar das reine Feuerweſen nicht ſelbſt in einer Erde beſtehe, aber ſich doch allezeit in einer ſolchen eingeſchloſſen befinde. Dies letztere bezieht ſich auf die von **Stahl** in die Chymie eingeführte Idee des Phlogiſtons, als eines durch fremden Stoff gebundnen Feuers.

Boerhaave (De igne, in ſ. Elem. Chem. To. I. p. 116. der leipz. Ausg. in 8.) unterſcheidet das Feuer, als eine **Materie von eigner Art** (ſui generis) von dem Brennbaren. Nach ihm iſt daſſelbe eine elementariſche Materie von unwandelbarer Natur und unveränderlichen Eigenſchaften, welche weder in etwas anders verwandelt, noch aus andern Körpern aufs neue hervorgebracht werden kan. Er glaubt, dieſe Subſtanz ſey durch alle Theile des Raums gleichförmig verbreitet, bleibe aber völlig verborgen, und äußere ſich nur durch ihre Wirkungen, nemlich durch Wärme, Licht, Farben, Ausdehnung der Körper und Verbrennung. Nach Beſchaffenheit der Umſtände äußern ſich bisweilen alle dieſe Wirkungen auf einmal, bisweilen nur einige allein. Daher empfinden wir oft Licht ohne Wärme, wie bey den Phoſphoren, faulem Holze rc. bisweilen Wärme ohne Licht, wie bey erhitzten Körpern, die noch nicht glühen u. ſ. w. Keine Wirkung des Feuers aber kan erfolgen, wenn nicht daſſelbe aus ſeinem natürlichen Gleichgewichte geſetzt, und in einen engern Raum, als vorher, gebracht wird. Dies kan auf eine doppelte Art geſchehen, entweder dadurch, daß die Feuertheile in gerade Linien oder Stralen geordnet werden, welches die Wirkung der leuchtenden Körper iſt, oder durch eine wirkliche Verdichtung, dergleichen durch das Reiben der Körper an einander entſtehet.

Macquer (Chymiſches Wörterbuch, Art. **Feuer**) ſieht nebſt vielen andern Chymikern die **Lichtmaterie** als das reine elementariſche Feuer an. So bald aber dieſelbe ein Beſtandtheil der Körper ſelbſt geworden iſt, bekömmt ſie bey ihm den Namen des **Brennbaren** oder des fixen Feuers, und die Wärme beſteht in einer heftigen durch Er-

ſchütterung erzeugten Bewegung aller gleichartigen und un-gleichartigen, beſonders aber der brennbaren Theile, die einen Körper ausmachen. Das freye Feuer iſt nach ſeiner Meinung eine ſehr zarte Materie, von unendlich kleinen und feinen Theilen, die gar keinen Zuſammenhang unter einander haben und durch eine immerwährende reiſſende Bewegung getrieben werden. Es iſt alſo ſtets flüßig, ja ſogar die einzige Urſache aller Flüßigkeit, auch in andern Körpern. Er unterſucht dann, ob Wärme und Licht von einer einzigen oder von verſchiedenen Subſtanzen herrühren. Daß das Licht eine eigne Subſtanz ſey, hält er für entſchieden, da man deſſen Bewegung und Geſchwindigkeit kenne, auch ſeine Richtung zu ändern, es zu ſammlen, zu zerſtreuen, in die Zuſammenſetzung der Körper zu bringen und daraus wieder zu ſcheiden vermögend ſey. Die Wärme hingegen ſcheint ihm blos ein beſonderer Zuſtand zu ſeyn, deſſen jede materielle Subſtanz fähig iſt, ohne daß ſie dadurch aufhöret, das zu ſeyn, was ſie iſt; daher er ſie endlich für eine innere Bewegung der Theile der Körper erklärt. Da nun das Licht, wie die Brenngläſer beweiſen, Wärme erregt, auch in den meiſten Fällen die Wärme, wofern ſie nur ſtark genug iſt, Licht hervorbringt, ſo trägt er kein Bedenken, beyde Wirkungen einer und eben derſelben Subſtanz beyzulegen. Die verbrennlichen Körper beſitzen die Eigenſchaft, wenn ſie durch die Wärme bis zum Glühen gebracht worden ſind, alle Erſcheinungen und Wirkungen des Feuers ſelbſt hervorzubringen, ſo lange, bis alles Licht, welches in ihrer Miſchung war (alles Brennbare) daraus gänzlich entbunden iſt. Daher ſind drey Arten, das Feuer hervorzubringen, deren man ſich in der Chymie und den Künſten bedienen kan, nemlich der Stoß des Lichts, das Reiben, Schlagen und Stoßen, und die Verbrennung entzündlicher Materien. Das Licht wirkt auf die Körper, als Feuerweſen, blos alsdann, wenn es in ihnen Wärme hervorbringen kan; und alle Wirkungen, die es in dieſer Abſicht thut, laſſen ſich auf eine einzige, auf Ausdehnung, zurückführen. Das von den Körpern zurückgeworfene Licht macht ſie ſichtbar, und wirkt als Licht: das in ſie eindrin-

gende erwärmt, und wirkt als Feuer, obgleich beydes eine und eben dieſelbe Materie iſt.

Pott (Von Licht und Feuer, in deſſen Lithogeognoſie, Th. I. S. 66. 70.) ſetzt die Natur des Feuers in die genaue Vermiſchung und Bewegung des Lichtweſens mit einer zarten **brennlichen Erde**, die er auch das Feuerweſen des Phlogiſtons, oder gemeines reines Feuer, nennt. Hinzukommendes Waſſer oder feuchte Luft bringen mit dieſem in Bewegung geſetzten Phlogiſton die Flamme hervor. **Wallerius** (De materiali differentia luminis et ignis in Diſp. acad. Faſc. I. Holm. et Lipſ. 1780. 8. no. VIII.) macht den Wärme erregenden Stoff zu einer höchſt flüßigen, feinen, beweglichen, flüchtigen und elaſtiſchen Subſtanz, die mit der Lichtmaterie verbunden iſt, und von derſelben ihre Wirkſamkeit erhält, an eine feine erdige Materie gebunden aber das Phlogiſton giebt. Das Feuer erklärt er für die Bewegung und Zerſetzung des Wärme erregenden Stoffs und des Phlogiſtons, wobey die mit jenem verbundene unzerſtörbare Materie des Lichts frey und ſichtbar werde. Nach Herrn **Weigel** (Grundriß der reinen und angewandten Chemie, Greifswalde 1777. 8.) und **Baume** (Erläuterte Experimentalchymie, Th. I. S. 132. ff.) iſt das Feuer eine Materie, welche Licht und Wärme als Wirkungen hervorbringt, und wenn ſie zu einem Beſtandtheile der Körper geworden iſt, ſich entweder frey in ihnen aufhält, den Grundſtoff der Kauſticität ausmacht, und das **Feuerweſen** genannt wird, oder durch eine feine Erde gebunden iſt, und den Namen des **Brennbaren** erhält.

Johann Friedrich Meyer (Chemiſche Verſ. zur nähern Erkenntniß des ungelöſchten Kalchs, Hannover und Leipz. 1764. 8. neuere Ausg. 1770. 8.) unterſcheidet die erſte reinſte Materie des Feuers, die von ihm ſo genannte **fette Säure** (acidum pingue) und das Brennbare von einander. Die reinſte elementariſche Feuermaterie iſt nach ihm das Licht. Aus ihr und einem übrigens noch unbekannten ſauren Salzweſen läßt er die fette Säure entſtehen, welche bey jeder Verbrennung und Verkalkung in Bewegung geſetzt werden, und die Materie des gemeinen Küchenfeu-

ers ausmachen ſoll. Das Brennbare beſteht nach ſeiner Meinung aus dem Lichte, der fetten Säure, Erde und Waſſer, und wird von ihm nicht als ein beſonderes Principium, ſondern vielmehr als eine Zuſammenſetzungsart angeſehen, welche in jedem Körper, der brennen ſoll, vorhanden ſeyn muß.

Carl Wilhelm Scheele (Chemiſche Abhdl. von der Luft und dem Feuer, Upſala und Leipzig 1777. 8.) nimmt im Gegentheil das **Brennbare**, als ein einfaches elementariſches Weſen, an. Aus demſelben und der fixen Luft oder der von ihm ſogenannten **Luftſäure** entſteht nach ſeiner Meinung die **Feuerluft**, oder das, was man ſonſt mit **Prieſtley** reine dephlogiſtiſirte Luft nennet. Dieſe Luft verwandelt ſich durch die Vereinigung mit einer geringern oder größern Menge von Brennbarem in die **ſtralende Hitze**, die nach Art einer mit Brennbarem verbundenen Säure auf die Körper wirkt, die Empfindung der Wärme und die Wirkungen des Feuers hervorbringt, und alſo in dieſem freylich etwas ſonderbar ſcheinenden Syſtem die eigentliche Materie des Feuers iſt. Wenn dieſe ſtralende Hitze mit noch mehrerem Brennbaren in Verbindung tritt, ſo wird daraus das **Licht**, und bey noch mehrerer Ueberſättigung mit Brennbarem das **entzündbare Gas** hervorgebracht. Das **Feuer** iſt der Zuſtand, in welchen die brennbaren Körper durch Hülfe der Feuerluft gerathen, nachdem ſie vorher einen gewiſſen Grad der Hitze empfangen haben, wobey das Brennbare von den andern Materien, mit welchen es verbunden war, gewaltſam losgeriſſen wird, und dadurch eine Auflöſung der Körper in ihre Beſtandtheile und eine gänzliche Zerſetzung derſelben verurſacht. Dieſes Syſtem iſt nicht nur von ſeinem berühmten Urheber mit vielen chymiſchen Verſuchen unterſtützt, ſondern auch von **Bergmann** (Anleitung zu chemiſchen Vorleſungen, auch in der Vorrede zu Scheeles Schrift ſelbſt) in ſeinen vornehmſten Theilen gebilliget worden. Es gründet ſich vornehmlich darauf, daß **Scheele** durch ſehr feine Verſuche in der Materie des Lichts ein brennbares Weſen fand, und demnach zu entdecken glaubte, daß die Lichtmaterie nicht ganz ſo, wie

das Brennbare ſelbſt, wirke, daher er ihr den Begriff eines einfachen Stoffs nicht beylegen wollte. Es laſſen ſich aber gegen die Schlüſſe, welche er aus ſeinen Verſuchen gezogen hat, noch ſehr erhebliche Einwendungen machen, welche man beym **Wallerius** in der vorhin angeführten Diſſertation De materiali differentia luminis et ignis vorgetragen findet, ſo wie es auch ſchwer zu begreifen iſt, wie man ſo oft Leuchten ohne Wärme, und Hitze ohne Licht empfinden könne, wenn das Licht in nichts anderm, als einer mit mehrerem Brennbaren überſetzten Wärme beſteht. Dennoch weicht in vielen Stücken das Scheeliſche Syſtem von den neuern ſo weit nicht ab, als es anfänglich ſcheinet.

Lavoiſier (Mémoire ſur la combuſtion in Mém. de l'acad. roy. des Sc. à Paris, 1777. p. 592. deutſch in ſ. Werken von **Weigel** überſetzt, Th. III. Greifsw. 1783. 8. S. 170. auch in **Crells** neuſten Entdeckungen, Th. V. S. 188.) nimmt den Stoff des Feuers, oder der Hitze und des Lichts für einerley an, und glaubt, dieſer Stoff ſey das Auflöſungsmittel, welches mit einem andern Grundtheile verbunden, die reine Luft ausmache. Wenn nun ein hinlänglich erhitzter Körper mit der atmoſphäriſchen Luft (welche zum Theil reine Luft enthält) in Berührung komme, ſo entziehe er ihr den Grundtheil, der Feuerſtoff werde frey, und gehe mit Hitze und Licht, d. i. mit Flamme davon. So werde der reine Theil der Luft zerſetzt, und es bleibe nur der verdorbene, oder die ſonſt ſo genannte phlogiſtiſirte Luft übrig; der angezogne Grundtheil der reinen Luft aber bleibe im Reſte des verbrannten Körpers zurück. Dieſe Theorie hat viel Einnehmendes und Einfaches, erklärt viele Erſcheinungen, und fand deswegen in Frankreich großen Beyfall. Da aber hiebey gar kein Phlogiſton angenommen wird, für deſſen Daſeyn doch viel Gründe vorhanden ſind; da auch die Lichtmaterie ſchwerlich ganz einerley mit dem Feuerſtoff ſeyn kan, und der Grundtheil der Luft in dem Rückſtande der Verbrennung noch nicht überzeugend hat dargeſtellt werden können: ſo hat dieſe Hypotheſe viel von ihrem Anſehen verlohren. (ſ. *Gren* Obſ. et Exp. circa geneſin aëris fixi et phlogiſticati. Halae, 1786. 8.)

Kein Naturforſcher hat mehr Mühe angewandt, die Materie des Feuers dem Auge ſichtbar darzuſtellen, als **Marat** (Decouverte ſur le feu, l'electricité et la lumiere. à Paris. 1779. 8. ins Deutſche überſ. mit Anmerkungen von **C. E. Weigel**, Leipzig, 1783. gr. 8. ingl. Recherches ſur le feu par Mr. *Marat.* Paris. 1780. 8.). Er hat ſich dazu des Sonnenmikroſkops im verfinſterten Zimmer bedient, und mit Hülfe deſſelben aus glühenden Körpern etwas in Geſtalt feuriger Wellen aufſteigen geſehen, welches beſondere Verwandſchaften gegen andere Stoffe, denen es begegnete, z. B. gegen Waſſer, Salze, Erden, Metalle, Phlogiſton und Lichtmaterie äußerte. Seinen zahlreichen Beobachtungen zufolge iſt dieſes Weſen von der Lichtmaterie, dem Phlogiſton und der elektriſchen Materie weſentlich unterſchieden. Er giebt ihm den Namen der **Feuermaterie** oder der **feurigen Flüßigkeit** (*fluide igné*), und erklärt es für eine eigne Subſtanz, deren Theile ſehr durchſichtig, zart, ſchwer, beweglich, äußerſt hart und kugelförmig ſind. Dieſe Subſtanz macht einen Beſtandtheil der Körper aus, und das Feuer beſteht in dem thätigen Zuſtande derſelben, in welchem ſie durch die Bewegung ihrer Theile in den Körpern Wärme und Flamme hervorbringt. **Marat** brachte in den Lichtkegel ſeines Sonnenmikroſkops nicht allein Körper, die vom Feuer zerſtört werden, z. B. einen brennenden Wachsſtock, eine glühende Kohle u. dgl., ſondern auch ſolche, die von ihrem Beſtande eigentlich nichts verlieren, als glühende Stücken Silber, Porcellan, Bergkryſtall u. ſ. w., ſahe aber allezeit auf der weißen Leinwand, die das Bild auffieng, einen hoch aufſteigenden weißen Cylinder, der ſich oberwärts erweiterte und in lauter gekräuſelte Wellen verbreitete. Es ſcheint aber der Schluß, daß ſich hier die Feuermaterie ſelbſt darſtelle, mit allzuviel Uebereilung gezogen zu ſeyn. Vielleicht beſtand dieſe aufſteigende Säule blos aus dem Brennbaren, welches die Kohle und der Wachsſtock bey ihrer Zerſetzung aus ſich ſelbſt hergaben, die unzerſtörlichen Materien aber aus den Körpern, zwiſchen welchen ſie geglühet worden waren, angenommen hatten und wieder von ſich gehen ließen, und welches durch

den Schein des brennenden oder glühenden Körpers ſelbſt erleuchtet ward. Er führt ſelbſt an, daß ſich die aufſteigende Säule durch den Luftſtrom eines Blaſebalgs aus ihrer geraden Richtung bringen und nach der Seite oder unterwärts lenken laſſe, welches doch für eine ſo feine Materie, die alle Körper durchdringen ſoll, eine ſehr grobe Erſcheinung iſt. Uebrigens bringt er noch Verſuche bey, welche gegen die Erfahrungen der mehreſten Naturforſcher erweiſen ſollen, daß die Körper, wenn ſie heiß ſind und glühen, ſchwerer werden. Er wählte hiezu ſolche Körper, die im Feuer nicht ſo leicht etwas von ihrer Subſtanz verlieren. Eine 6 Unzen wiegende ſilberne Kugel hatte bey dem Rothglühen $5\frac{1}{2}$ Gran mehr am Gewichte, und eine bis zum Weißglühen erhitzte kupſerne Kugel von 15 Unzen und 6 Quentchen, wog, ohnerachtet ſie nach dem Erkalten drey Gran von ihrer Subſtanz verlohren hatte, glühend doch zwey Gran mehr. Wenn dies richtig wäre, ſo bewieſe es allerdings unläugbar, daß erhitzte Körper eine Materie in ſich nehmen, die vielleicht oft auch nur hindurchgeht, ohne ſich in ihnen feſtzuſetzen, die ſich doch aber auch bisweilen feſtſetzen kan. Nach Herrn Marat ſoll dieſe Materie, oder ſeine feurige Flüßigkeit, ſogar ſpecifiſch ſchwerer, als die Luft, ſeyn, welcher Satz allzuparadox iſt, als daß er nicht noch weit mehrerer Beſtätigung bedürfen ſollte. Aehnliche Verſuche über die Schwere des Feuers hat ſchon **Boyle** (De ponderabilitate flammae in Opp.) angeſtellt. Er glaubte, eine Schwere des Feuers daraus ſchließen zu können, ſo wie **Homberg** 4 Unzen Spießglaskönig, die hinter dem großen pariſer Brennglaſe einer ſtarken Hitze waren ausgeſetzt worden, 3 Drachmen ſchwerer, als vorher fand. **Boerhaave** bezeugt, daß er dies bey ſeinen Verſuchen nie gefunden habe, und **Muſſchenbroek** beſtreitet dieſe Abwägungen ſehr richtig aus dem Grunde, weil ein Körper, den man einmal kalt, das anderemal heiß wiegt, das erſtemal in dichterer, das anderemal in dünnerer Luft gewogen wird, und alſo ſchon darum das letztemal ſchwerer ſcheinen muß. ſ. **Gewicht.**

Eine der ſinnreichſten Theorien über Wärme und Feuer iſt diejenige, welche D. Adair Crawford, ein junger Arzt zu London (Experiments and obſervations on animal Heat and the inflammation of combuſtible bodies. London, 1779. 8. mai. A. Crawfords Verſuche und Beobachtungen über die thieriſche Wärme und die Entzündung brennbarer Körper, mit W. Morgans Erinnerungen wider die Theorie des Herrn C. Leipzig, 1785. 8.), vorgetragen hat. Sie gründet ſich zwar ganz auf Verſuche, welche die Herren Wilke, Black und Irwin ſchon ſeit dem Jahre 1772 angeſtellt hatten; aber die Beſchuldigung, als ob die Theorie ſelbſt von dieſen Gelehrten entlehnet ſey, iſt ungegründet und es haben ihr die beyden zuletztgenannten ſelbſt ausdrücklich widerſprochen. Um dieſe Theorie mit möglichſter Kürze und Deutlichkeit vorzuſtellen, werde ich derjenigen Ordnung folgen, welche die Herren Lichtenberg (in den Erxlebenſchen Anfangsgr. der Naturlehre, Göttingen, 1787. 8. §. 494. b, u. f.) und Karſten (Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur, Halle, 1783. 8. XXVI. Abſchn.) bey dem Vortrage derſelben beobachtet haben.

Crawford's Theorie von Wärme und Feuer.

Wer ein Elementarfeuer, oder eine materielle Urſache der Wärme annimmt, der wird auch den Satz gelten laſſen, daß daſſelbe nach den Geſetzen der Verwandſchaft bald mit verſchiednen Körpern in Verbindung treten, bald wiederum von denſelben abgeſchieden werden könne; wenigſtens läßt ſich die Erzeugung der Kälte bey Auflöſungen der Salze, die Erhitzung des ungelöſchten Kalks mit Waſſer, nebſt andern ähnlichen Erſcheinungen ohne dieſe Regel ſchwerlich auf eine befriedigende Art erklären. Man muß daher annehmen, daß ſich das Feuer oder die Materie der Wärme bald in einem **freyen**, bald im **gebundenen** Zuſtande befinde.

Freyes Feuer, welches man auch **freye** oder **fühlbare, empfindbare Wärme** (ſenſible heat) nennen kan, wirkt auf unſer Gefühl und aufs Thermometer. Die Empfindung, welche es in uns erregt, nennen wir ebenfalls Wärme, und wenn ſie heftig iſt, **Hitze**. Freyes Feuer breitet

ſich ſo lang durch alle benachbarte Körper aus, bis ſie alle einerley Temperatur haben, d. i. bis das Thermometer bey allen gleich hoch ſtehet. **Gebundnes Feuer** hingegen heißt dasjenige, welches weder auf das Gefühl, noch auf das Thermometer wirkt, ſondern gleichſam einen bleibenden Beſtandtheil der Körper auszumachen ſcheint.

Jede Materie, welche von allen Seiten mit freyem Feuer oder mit wärmern Körpern umgeben iſt, wird dadurch wärmer, wofern nicht etwa ein Theil der Wärme dabey gebunden und unthätig gemacht wird. Sind die Maſſen, die ſich berühren, gleichartig, ſo vertheilt ſich der Ueberſchuß der Hitze der wärmern über die kältere unter die ganze Maſſe gleichförmig. Wenn alſo a, b, die Maſſen zweener zu vermiſchenden Körper, m, n, die ihnen zugehörigen Grade der Wärme ſind, ſo wird der Grad der Wärme der Miſchung $= \frac{am+bn}{a+b}$ ſeyn. Dies iſt die ſchon von **Richmann** (Nov. Comment. Petrop. Tom. I. p. 152. 168. ſqq.) angegebne Regel, bey welcher übrigens kleine Abweichungen von den Verſuchen nicht befremden dürfen, theils, weil doch bey jeder Vermiſchung ungleich warmer Materien etwas Wärme verlohren geht, theils, weil gleiche Grade des Thermometers bey weitem nicht vollkommen gleiche Vermehrungen oder Verminderungen der Wärme anzeigen. Aus dieſer Regel läßt ſich unter andern auch finden, wie viel Waſſer u. dgl. von gegebnen Temperaturen m, n man zuſammen gießen müſſe, um eine Miſchung von einer mittlern Temperatur μ daraus zu erhalten: Aus $\mu = \frac{ma+nb}{a+b}$ folgt $a : b = \mu - n : m - \mu$. Man ſoll z. B. eine Miſchung von 86 Grad Temperatur aus kälterm Waſſer von 50 Grad, und wärmern von 110 Grad hervorbringen; ſo werden ſich die dazu nöthigen Antheile des kältern und wärmern Waſſers, wie $110 - 86 : 86 - 50 = 24 : 36 = 2 : 3$ verhalten müſſen.

Dieſe Regel trift mit ziemlicher Genauigkeit zu, wenn die vermiſchten Materien gleichartig, z. B. beyde Waſſer,

beyde Queckſilber, ſind. Bey Vermiſchung ungleichartiger Maſſen aber fallen die Reſultate ganz anders aus. Wird 1 Pfund Waſſer von 110 Grad Wärme mit 14 Pfunden Queckſilber von 50 Grad Wärme vermiſcht, ſo ſollte die Miſchung den vorigen Regeln zu Folge $\frac{110 + 14.50}{15} = 54$ Grad Wärme haben; ſie erhält aber, wenn man den Verſuch wirklich anſtellt, 86 Grad empfindbare Wärme oder freyes Feuer. Dies zeigt offenbar, daß 4 Pfunde Queckſilber nicht ſo viel Feuer oder Wärme binden und unthätig machen, als 14 Pfunde Waſſer.

Um aus 1 Pfund Waſſer von der Temperatur 110 Grad eine Miſchung von 86 Grad Temperatur zu bereiten, hätte man, der vorigen Rechnung zu Folge, $\frac{2}{3}$ Pfund Waſſer von 50 Grad Temperatur hinzuthun müſſen. Dieſe $\frac{2}{3}$ Pfund Waſſer hätten alſo eben ſo viel freyes Feuer gebunden, als 14 Pfund Queckſilber. Mithin nimmt 1 Pfund Waſſer eben ſo viel Wärme an, als 21 Pfund Queckſilber; oder das Vermögen des Waſſers, Wärme anzunehmen und zu binden, iſt 21mal größer, als das ähnliche Vermögen einer gleichen oder gleich ſchweren Maſſe Queckſilber. Dieſes wird jedesmal ſtatt finden, wo Waſſer und Queckſilber ſich zuſammen erhitzen und abkühlen. Man nennt die Zahl, welche ausdrückt, wie viel mehr oder weniger Wärme ein beſtimmtes Gewicht von einer gewiſſen Materie dem Waſſer mittheilt oder auch wieder von ihm annimmt, als ein gleiches Gewicht Waſſer von gleicher Temperatur, die **ſpecifiſche Wärme** der Materie. In dieſem Sinne iſt $\frac{1}{21}$ die ſpecifiſche Wärme des Queckſilbers, wenn die des Waſſers = 1 iſt. Es iſt eigentlich die Fähigkeit des Queckſilbers, Wärme zu binden, 21mal geringer, als eben dieſe Fähigkeit des Waſſers, oder durch eben die Menge Feuer wird Queckſilber 21mal ſtärker erhitzt, als eine gleiche Maſſe Waſſer; daher man dieſe ſpecifiſche Wärme auch **Capacität** zu nennen pflegt. Von den Unterſuchungen über die ſpecifiſche Wärme der Körper, und den Tabellen, welche **Kirwan, Wilke** u. a. hierüber mitgetheilt haben,

wird unter dem Artikel: **Wärme, ſpecifiſche** etwas meh-reres vorkommen.

Abſolute Wärme hingegen heißt die Summe aller in einem gegebnen Körper enthaltenen Wärme-Materie. Bey gleichartigen Materien von gleicher Temperatur wer-den ſich natürlich die abſoluten Wärmen, wie die Maſſen verhalten. Bey ungleichartigen Materien aber, oder beym Uebergange der Körper aus einem Zuſtande in den andern findet ſich hierinn eine ſehr große Verſchiedenheit. Schon **Wilke** (Von des Schnees Kälte beym Schmelzen, in den ſchwed. Abhdl. 34. Band für das Jahr 1772. S. 93.) hat einen merkwürdigen hieher gehörigen Verſuch angeſtellt. Wenn man 162° warmes Waſſer mit 32° kaltem zu glei-chen Theilen vermiſcht, ſo iſt die Temperatur der Miſchung den obigen Regeln gemäß 97°. Miſcht man aber mit eben dem warmen Waſſer gleich viel 32° kaltes **Eis** oder **Schnee** dem Gewicht nach, ſo ſteigt die Temperatur des Gemiſches nicht über 32°, und es bleibt oft noch ein Theil des Schnees ungeſchmolzen. Hieraus erhellet augenſcheinlich, daß das 32° kalte Eis, um ein eben ſo kaltes Waſſer zu werden, ſo viel Feuer nöthig hat, als ſonſt hinreichend iſt, eine gleiche Quantität Waſſer bis auf 162° zu erhitzen, oder daß es 130° Wärme verſchluckt und bindet, daß ſie nicht mehr aufs Gefühl und Thermometer wirken kan. Dagegen muß das Waſſer beym Gefrieren, oder wenn es ſich in Eis verwan-delt, eben ſo viel Feuer oder abſolute Wärme abſetzen. Aehn-liche Phänomene zeigen ſich beym Zerſchmelzen und An-ſchießen der Salze, bey dem Erſtarren der geſchmolzenen Metalle, bey der Verwandlung des Waſſers in Dämpfe und der Verdichtung der letztern zu Waſſer. Man hat hierauf Methoden gegründet, die Menge der abſoluten Wärme in den Körpern zu beſtimmen, d. i. auszumachen, wie hoch ſie ein Thermometer treiben würde, wenn man ſie auf einmal in Freyheit ſetzte. So hat man gefunden, daß eiskaltes noch nicht gefrornes Waſſer noch ſo viel gebundne Wärme enthält, daß dieſelbe, wenn ſie auf einmal frey würde, eine empfindbare Hitze von 1300 fahrenheitiſchen Graden erregen würde, eine Hitze, welche überflüßig hin-

reichend iſt, Eiſen rothglühend zu machen. ſ. **Wärme, abſolute.**

Nach den hierüber angeſtellten Verſuchen enthält die gemeine Luft gegen 19mal mehr **Feuer** oder abſolute Wärme, und die dephlogiſtiſirte gegen 87mal mehr als ein gleiches Gewicht Waſſer von gleicher Temperatur; auch die gemeine Luft 69 und die dephlogiſtiſirte 322mal mehr, als das Gewicht gleich viel fixer und phlogiſtiſirter Luft. Die Metalle enthalten weniger Feuer, als ihre Kalke, z. B. der Spießglaskönig, beynahe 3mal weniger, als der Spießglaskalk. Vitriolſäure enthält mehr denn 4mal ſo viel Feuer, als der Schwefel; das Pulsadernblut mehr, als das in den Blutadern; das Waſſer mehr als das Eis. Mehrere Beyſpiele hievon zeigen die bey dem Worte: **Wärme, ſpecifiſche** mitgetheilten Tabellen. Alle dieſe Beyſpiele aber ſcheinen nachfolgende Regel zu beſtätigen.

Wenn mit einer Maſſe mehr Phlogiſton verbunden wird, ſo wird dadurch ihre Fähigkeit, das Feuer zu binden, vermindert, und ein Theil ihrer abſoluten Wärme ausgetrieben. Wird ihr hingegen Phlogiſton entzogen, ſo wird ihre Fähigkeit, das Feuer zu binden, verſtärkt, und ſie verſchluckt einen Theil des Feuers aus den ſie berührenden Körpern.

Dieſem Grundſatze zu Folge ſieht **Crawford** das **Phlogiſton** als ein dem **Feuer** entgegengeſetztes Weſen an, deſſen Vereinigung mit einem Körper das Feuer aus demſelben heraus treibt, dagegen durch die Wirkung des Feuers auf eine Maſſe die Anziehung derſelben gegen das Phlogiſton vermindert wird. Er erklärt hieraus die Unterhaltung der Wärme in den Körpern der lebenden Menſchen und Thiere (ſ. **Athemholen, Wärme, thieriſche**), ingleichen die Entzündung und Verbrennung, nebſt den meiſten dabey vorkommenden Erſcheinungen ſehr glücklich.

Freyes Feuer wirkt auf alle Körper, welche Brennbares enthalten, als Auflöſungsmittel. Kömmt nun hiezu ein freyer Zutritt der Luft, deren reiner Theil eine ſtarke Verwandſchaft gegen das Phlogiſton hat, ſo wird dieſelbe ſich mit dem aus dem Körper entwickelten Phlogiſton ver-

binden, und dagegen ihr Feuer fahren laſſen, das ſich theils mit dem Körper verbindet, der das Phlogiſton hergab, theils ſich als frey in der benachbarten Luft vertheilt, und daher eine empfindbare oft ſehr heftige Hitze erregt. Die atmoſphäriſche Luft, mit deren reinem Theile ſich das Phlogiſton verbindet, wird dadurch in fixe oder phlogiſtiſirte Luft verwandelt, deren ſpecifiſche Wärme 322mal geringer iſt, als die der dephlogiſtiſirten. Man kan ſich hieraus einen Begrif von der großen Menge des Feuers machen, welches bey der Verbrennung der Körper aus der Luft entbunden oder frey wird, beſonders, wenn ein beſtändiger Luftzug immer friſche Luft herbey führt, oder die Verbrennung in dephlogiſtiſirter Luft geſchieht, in welcher Eiſendräthe und Uhrfedern wie Schwefelfaden verbrennen.

Das freygewordene Feuer wird dem Gefühl als Wärme oder Hitze empfindbar; in ſehr vielen Fällen aber wird es auch dem Geſicht als Licht merklich, wie bey dem Glühen und der Flamme. Die letztere ſcheint ein in Luftgeſtalt abgeſchiedenes Phlogiſton, nach **Volta** und **Kirwans** Vorſtellungen ein entzündetes brennbares Gas zu ſeyn, das ſich vielleicht ſo lang als Flamme zeigt, bis es ſeine Luftgeſtalt verlohren und ſich mit der atmoſphäriſchen Luft vereiniget hat. Ein Theil des abgeſchiedenen Phlogiſtons bleibt noch mit den übrigen vom brennenden Körper abgetrennten Theilen verbunden, welche in Geſtalt des Rauches davon gehen, eine Menge Feuertheile mit ſich nehmen, und dieſe in den höhern Gegenden wiederum der Atmoſphäre überlaſſen. Daß übrigens in der Flamme einer Kerze die Hitze ſo heftig, in einer geringen Entfernung davon aber nur ſchwach iſt, rührt daher, weil eben die Feuermenge, welche die phlogiſtiſirte Luft bis auf einen ungeheuren Grad erhitzt, die gemeine atmoſphäriſche Luft nur bis auf einen ſehr mäßigen Grad erwärmet.

Hieraus erklärt ſich, warum das Feuer nicht fortbrennet, wenn die umher befindliche Luft weggenommen wird, oder wenn ſie bereits mit Phlogiſton geſättiget iſt; weil ſie nemlich alsdann keines weiter aufnehmen kann, daher auch keines weiter von der brennenden Maſſe abgeſondert wird.

Eben ſo erfordert auch die Verkalkung der Metalle im Feuer den Zugang der freyen Luft, und in einem verſchloſſenen Gefäße kan nur eine beſtimmte Menge Metall verkalkt werden, ſo lange bis die eingeſchloſſene Luft phlogiſtiſiret iſt. Feuer und Luft wirken alſo bey jeder Verbrennung gemeinſchaftlich als Auflöſungsmittel; das erſte zerlegt den brennenden Körper, indem die Luft ſich mit dem Phlogiſton verbindet, und dagegen den in ihr enthaltenen Vorrath von Feuer hergiebt. Durch einen Strom friſcher Luft aus einem Blaſebalge, durch Blaſen, durch das Löthrohr u. dgl. wird die Hitze verſtärkt, beſonders wenn die hinzugeblaſene Luft ſehr rein iſt, weil mit der friſchen Luft ein neuer Vorrath von Feuer hinzugeführet, und zugleich die phlogiſtiſirte Luft, welche den brennenden Körper umgiebt, hinweggetrieben wird.

Es kan Stoffe geben, welche von einer ſchwachen unſerm Gefühl kaum merklichen Wärme ſchon ſo weit zerlegt werden, daß etwas Phlogiſton aus ihnen ausgeht. Sobald dies mit der Luft in Berührung kömmt, kan Hitze und Entzündung entſtehen. So erklärt ſich die Selbſtentzündung des Phoſphorus und Pyrophorus an der Luft. Schlechter Pyrophorus wird wenigſtens an der Luft warm, und zeigt einen Schwefelgeruch. Wenn Säuren und Oele einander mit Heftigkeit zerſetzen, ſo wird die umliegende Luft plötzlich phlogiſtiſirt, ſie muß alſo dagegen viele Feuermaterie abſetzen, welche die Miſchung bis zur Entzündung erhitzen kan. Hieraus erklären ſich die plötzlichen Erhitzungen der Miſchungen des Saſſafras-Guajak- oder Nelkenöls mit rauchender Salpeterſäure, die Selbſtentzündung des mit Kienruß, Hanf und Flachs vermiſchten Hanföles und Leinöles, die Entſtehung der Hitze und Flamme bey der Verwitterung der Kieße, in den Miſchungen aus Eiſen, Schwefel und Waſſer, und bey der Fäulniß, wobey ſich ebenfalls viel Phlogiſton entbindet, welches die Urſache der Erhitzung des in den Scheuren naß aufgehäuften Heus iſt.

Dieſe ſehr ſinnreiche Theorie iſt von den Naturforſchern mit ungemeinem Beyfall aufgenommen worden: auch ſind

die von **Morgan** dagegen gemachten Einwendungen von keiner Erheblichkeit. Herr **de Lüc**, welcher weit ſtärkere Zweifel gegen dieſe Hypotheſe vorgetragen hat, verſichert (Idées ſur la meteorologie, §. 168.), **D. Crawford** habe ihm eingeſtanden, daß er mit ſeinen bisherigen Verſuchen zwar ſelbſt nicht ganz zufrieden ſey, aber doch alle ihm gemachte Zweifel zu heben hoffe.

De Lüc's Theorie vom Feuer.

De Lüc (Neue Ideen über die Meteorologie, Berlin und Stettin, 1787. 8. Erſter Theil, §. 115—264.) ſetzt das Feuer unter die Klaſſe der Dünſte, die er von der Klaſſe der luftförmigen Subſtanzen unterſcheidet. Alle Subſtanzen beyder Klaſſen beſtehen nach ſeinem Syſtem aus einer **fortleitenden Flüßigkeit** *(fluide deferent)* und einer **bloß ſchweren Subſtanz** *(ſubſtance purement grave)*, die ſich bey den Dünſten von jener Flüßigkeit durch bloßen Druck losmacht, bey den luftförmigen Subſtanzen aber weit feſter mit ihr zuſammenhängt. Bey den Dünſten macht ſich das fortleitende Fluidum ſeiner Seits auch von ſelbſt frey, um ſein Gleichgewicht herzuſtellen; und es giebt der ſchweren Subſtanz mehr ausdehnende Kraft, wenn es in mehrerm Ueberfluſſe zugegen iſt. Beym Feuer nun hält **de Lüc** die fortleitende Flüßigkeit für das **Licht**, und giebt der blos ſchweren Subſtanz den Namen der **Feuermaterie**; ob er gleich geſteht, daß ihm dieſe Subſtanz, als von dem Lichte abgeſondert, und für ſich allein exiſtirend, gänzlich unbekannt ſey. Das Licht verliert durch ſeine Verbindung mit der Feuermaterie das Vermögen zu leuchten, erzeugt aber dagegen ein neues ſehr auszeichnendes Phänomen, die **Wärme**. Das Feuer hat eine größte Dichtigkeit, über welche hinaus ſich ein Theil davon zerſetzt und alſo wieder leuchtend wird. Dieſes Größte iſt das **Glühen**, und die höchſte Stufe deſſelben das Weißglühen, wobey die Zerſetzung des Feuers ſich auf alle Klaſſen der Lichttheilchen erſtreckt. Durch dieſes Größte wird der Grad der Hitze, den wir durch Kunſt hervorbringen können, die **Ofenwärme**, eingeſchränkt, deren Wirkungen Ausdehnung, Schmelzung

und Verdampfung ſind. Wenn ein eiſerner Stab ſchnell rings herum geſchmiedet wird, ſo wird er bald glühen, oder Licht und Wärme verbreiten. Dieſe zwey Phänomene aber werden nicht durch einerley Fluidum erzeugt. Das Licht wird befreyt durch die Zerſetzung des einen Theils vom Feuer, die Wärme iſt die Wirkung desjenigen Feuers, das unzerſetzt entwichen iſt.

Die Sonnenſtralen ſind nicht an und für ſich warm, oder wärmend: das Licht muß ſich erſt mit einer andern Subſtanz verbinden, um Feuer zu werden, und die Sonnenſtralen beſitzen nur das Vermögen, dieſe in den Körpern enthaltene Subſtanz, oder die Feuermaterie, zu entwickeln. Hieraus erklären ſich die ſonſt räthſelhaften Unterſchiede der Temperaturen an Orten von einerley Breite, der in der Atmoſphäre ſelbſt in der dunkelſten Nacht noch übrig bleibende Lichtſchimmer, und die Kälte in den obern Schichten der Atmoſphäre, welche doch wenigſtens eben ſo ſehr, als die untern, von der Summe der einfallenden und zurückgeworfenen Sonnenſtralen durchſtrichen werden. Dieſen Theil ſeines Syſtems hatte Herr **de Lüc** bereits in den phyſikaliſchen und moraliſchen Briefen über die Geſchichte der Erde und des Menſchen (141ſter Brief u. f.) vorgetragen (ſ. Syſtem über die Wärme, in den leipziger Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſchichte, II. B. 6tes Stück. S. 643.).

Wärme iſt ihm Wirkung des freyen Feuers in andern Subſtanzen, oder der wirkliche Grad der **ausdehnenden Kraft** des freyen Feuers. Mit dieſer ausdehnenden Kraft ſteht die Größe der Wärme im Verhältniß, nicht mit der Dichte des Feuers ſelbſt. Herr **de Lüc** bemüht ſich hiebey, aus dem Naturſyſtem des Herrn **le Sage**, welches ganz auf Stoß und Bewegung gegründet iſt, den Satz herzuleiten, daß alle ausdehnbare Flüßigkeiten im Verhältniß ihrer Menge und der Geſchwindigkeit ihrer Bewegung wirken müſſen, und daß diejenigen Subſtanzen die meiſte Capacität für das Feuer oder für die Wärme haben oder um gleich heiß zu werden, die größte Menge Feuer erfordern, in denen die Feuertheilchen bey ihrer Bewegung durch die Kleinheit oder durch die Form der Poren am öfterſten auf-

gehalten werden. Denn, ſagt er, da jedes Theilchen hier weniger Kraft hat, ſo iſt eine deſto größere Menge nöthig, um eben dieſelbe *totale* ausdehnende Kraft zu äußern, oder eben denſelben Grad der Wärme hervorzubringen. Da nun die Luft vom Feuer ſehr frey durchdrungen werden kan, ſo ſoll ſie nach dieſem Syſtem eine ſehr geringe Capacität für die Wärme haben, ob ihr gleich **Crawford** eine ſehr große beylege, die nemlich 19mal größer, als die Capacität des Waſſers, ſey. Dieſe Angabe, ſagt de Lüc, ſey auf ganz unrichtige Vorſtellungen von Capacität gegründet; man müſſe bey den Verſuchen nicht gleiche Gewichte, ſondern gleiche Volumina vergleichen; ſo finde man aus den nemlichen Verſuchen die Capacität der Luft nur $\frac{1}{43}$ von der Capacität des Waſſers; und dies ſey viel zu wenig, um aus den Veränderungen, welche in einer ſo geringen Capacität vorgehen könnten, mit Crawford die große bey der Verbrennung entſtehende Wärme zu erklären. Ueberhaupt ſey das, was **Crawford** Capacität oder ſpecifiſche Wärme nenne, nichts weiter, als das längſtbekannte Phänomen (Recherches ſur les modif. de l'atmoſph. par *de Luc*. §. 973.), daß man aus gleichen Thermometerſtänden nicht auf gleiche Mengen Feuer ſchließen dürfe.

Das Feuer hat eigne Verwandſchaften, und geht dadurch in die Zuſammenſetzung der meiſten feſten, flüßigen und elaſtiſchen Subſtanzen ein. Es tritt weſentlich in die Zuſammenſetzung aller **brennbaren** feſten Körper, und blos von dieſem im brennbaren Körper enthaltenen Feuer rührt die Wärme her, welche durch das **Verbrennen** hervorgebracht wird, wenn die dephlogiſtiſirte Luft ſich nicht dabey zerſtört, und blos durch fixe Luft erſetzt wird. Dies geſchieht z. B. bey der Verbrennung der **Kohle**, nach den hierüber angeſtellten Verſuchen der Herren **Lavoiſier** und **de la Place** (Mém. ſur la chaleur in den Mém. de l'acad. roy. des Sciences. ann. 1780. und deutſch in **Lavoiſiers** phyſiſch-chymiſchen Schriften, überſ. von **Weigel**, 3ter Band, Greifswald. 1785. 8. S. 292. u. f.). Bey der Verbrennung des **Phosphorus** hingegen wird die dephlogiſtiſirte Luft wirklich zerſtört; dadurch wird auch das

in ihr enthaltene Feuer frey, kömmt zu dem, was der brennende Körper hergiebt, noch hinzu, und die Wärme wird daher in dieſem Falle weit ſtärker, als in jenem, wo die dephlogiſtiſirte Luft ſich nicht zerſetzte. Nach den Verſuchen der Herren Lavoiſier und de la Place iſt bey gleich viel dephlogiſtiſirter Luft die Wärme bey der Verbrennung des Phoſphorus zu der bey Verbrennung der Kohle, wie 7 zu 3.

Wenn ſich die dephlogiſtiſirte Luft durch das Verbrennen zerſtört, ſo bringt die brennbare Subſtanz **entzündbare Luft** hervor. Wenn ſich aber die dephlogiſtiſirte Luft nicht zerſetzt, ſo geht nur dasjenige, was ſonſt in die Zuſammenſetzung der **brennbaren Luft** kömmt, und was vielleicht das ſogenannte **Phlogiſton** iſt, in die Luft über, und ſie wird dadurch **fixe Luft**. Die Entſtehung der entzündbaren Luft in einer brennbaren Subſtanz reicht aber nicht zu, um das Verbrennen hervorzubringen; es iſt noch nöthig, daß dieſe Luft, wenn ſie in Berührung mit der dephlogiſtiſirten kömmt, einen gewiſſen Grad der Wärme habe, welchen Herr **de Lüc** nach einem Verſuche über die freywillige Entzündung des Baumöls auf den 275ſten Grad ſeiner Scale oder etwa auf 650 Grad des fahrenheitiſchen Thermometers ſetzt. Wenn dieſer Grad, den er die **brennende Wärme** nennt, vorhanden iſt, ſo iſt die Erzeugung des Feuers ſehr heftig. Wenn man eine Wärme von dieſem oder einem noch höhern Grade in den brennenden Körpern unterhalten kan, ſo ſcheint dies eins von den kräftigſten Mitteln zu Erzeugung neuer Wärme zu ſeyn, weil hiebey eine Zerſtörung der dephlogiſtiſirten Luft, ſtatt ihrer bloßen Verwandlung in **fixe**, entſteht. Hierdurch wird nun auch eine fortgeſetzte Hervorbringung einer **brennbaren Luft**, begleitet mit dem nöthigen Grade der Wärme, veranlaſſet, welche ſich mit der dephlogiſtiſirten im Augenblicke der Berührung entzündet und zerſetzet. Durch dieſe Zerſetzung verwandeln ſich beyde Luftarten in einen mit freyem Feuer überladnen Waſſerdunſt. Dieſer Dunſt iſt die **Flamme**; die große Wärme, welche ſie erzeugt, kömmt von einer großen Menge von plötzlich befreytem Feuer, und ihre Helligkeit von der Zerſetzung eines Theils dieſes

Feuers her. Nachdem der Waſſerdunſt ſein Feuer an dem Orte, den die Flamme anzeigt, fahren gelaſſen hat, ſo vermiſcht er ſich mit der obern Luft, und erhebt ſich ſchnell mit ihr; daher folgt die untere Luft nach, und erneuert unaufhörlich dieſelben Wirkungen. Dies erläutert Herr **de Lüc** durch das Beyſpiel der Lampe des Herrn **Argand**, bey welcher im Innerſten des hohlen Dachtes ſtets eine große Hitze unterhalten wird. Wenn man über der Flamme dieſer Lampe einen Helm mit einem Schnabel anbringt, ſo kan man in zwo Stunden eine halbe Unze völlig reines Waſſer ſammlen — ein offenbarer Beweiß, daß ſich hier die im Innern des Dachts erzeugte brennbare Luft mit der dephlogiſtiſirten wirklich zerſetze, und einen Waſſerdunſt bilde. Wenn hingegen ein Licht auf die gemeine Art in atmoſphäriſcher Luft brennt, ſo wird aus Mangel an genugſamer innern Wärme des Dachts keine reine brennbare Luft entbunden; daher wird die dephlogiſtiſirte Luft der Atmoſphäre nicht zerſetzt, nur in **fixe** verwandelt. Dadurch entſteht weniger Feuer; auch geſchieht die Erneuerung der Luft nicht geſchwind genug. Die fixe Luft iſt nach **Lavoiſier** im Verhältniß 70 zu 47 ſchwerer, als die gemeine, und kan alſo, ob ſie gleich ſtark erwärmt wird, dennoch ihrer Schwere wegen nur langſam aufſteigen, und der friſchen atmoſphäriſchen Luft Platz machen.

Auch die **Flüßigkeit** iſt nichts anders, als eine Wirkung der Verbindung einer gewiſſen Menge Feuer mit den Theilen der Körper. Wenn ein feſter Körper durch Feuer flüßig wird, z. B. wenn Eis zerſchmelzt, ſo kan dasjenige Feuer, welches das Flüßigwerden oder die Zerſchmelzung bewirkt, natürlich nichts weiter bewirken, es geht alſo für das Thermometer und für das Gefühl verlohren. **D. Black** hat gefunden, daß ſchmelzendes Eis einer gleich großen Menge Waſſer 140 Grad Wärme nach Fahrenheit entziehe. Wenn man z. B. eine Maſſe Eis von der Temperatur 32° mit einer gleichen Menge Waſſer von 172° vermiſcht, ſo hat nach der Schmelzung des Eiſes die ganze Waſſermaſſe 32°. Hiemit ſtimmen auch die Verſuche der Herren **de la Place** und **Lavoiſier** bis auf einen unbe-

deutenden Unterſchied überein (auch der im Vorigen angeführte Verſuch des Herrn **Wilke**, nur daß dieſer ſtatt 172, 162, mithin ſtatt 140 nur 130 hat). Dieſe gleichſam verſchwundene Wärme nennt D. Black **verborgene Wärme des Waſſers**: de Lüc will ſie lieber **verborgenes Feuer** nennen. Nach der Bemerkung des Herrn **Lichtenberg** in Göttingen in einem Briefe an de Lüc vom 21 März 1785 mag wohl die Menge dieſes verborgenen Feuers bey heißerm Waſſer immer größer werden, weil heißeres Waſſer **flüßiger** iſt, oder mehr Tropfen giebt, als kaltes, mithin die Wärme, welche gebraucht wird, das vorher ſchon flüßige noch flüßiger zu machen, **verborgene** wird, oder für das Thermometer verlohren geht. Bey dem Gefrieren äußert ſich gerade das Gegentheil, und das verborgene Feuer wird wieder wirkſam. Es iſt bey dem Artikel: **Eis** angeführt worden, daß das Waſſer bis unter die Temperatur des Eispunkts erkalten kan, ohne zu gefrieren. Gefriert es aber alsdann durch Berührung, Schütteln u. dgl., ſo nimmt es augenblicklich die Temperatur des Eispunktes an, und wird alſo wärmer. Dieſe Wärme iſt eine Wirkung des verborgenen Feuers, welches die gefrierenden Theile abſetzen.

Nach **Crawford** würde man alle dieſe Phänomene daraus erklären, daß das Waſſer mehr ſpecifiſche Wärme, als das Eis, hat, daß alſo bey der Verwandlung des Eiſes in Waſſer, und bey allen Schmelzungen überhaupt, Wärme oder Feuer verlohren gehen muß. Aber Herr **de Lüc** beſtreitet hier ſehr eifrig die Crawfordiſchen Ideen von **Capacität**, d. i. von Fähigkeit, Feuer zu binden oder von ſpecifiſcher Wärme. Er führt zuerſt an, es ſey unſicher, die ſpecifiſchen Capacitäten der Subſtanzen aus Verſuchen mit einerley Subſtanz unter verſchiedenen Temperaturen herzuleiten, weil die Subſtanzen mit der Temperatur zugleich auch die Capacitat ändern könnten. Hierauf fügt er hinzu, die Capacität (d. i. nach ihm die Menge von Feuer, welche in einer gewiſſen Subſtanz erforderlich iſt, um einen beſtimmten Grad der Ausdehnung hervorzubringen) hänge von der Beſchaffenheit der Poren der Körper ab, und kön-

ne bey gleichen Graden der Ausdehnung dennoch verſchieden ſeyn; daher ſey es falſch, die abſoluten Mengen der ſpecifiſchen Wärme proportionell anzunehmen: ferner ſetzten alle Crawfordiſche Berechnungen, die ſich auf Grade des Thermometers bezögen, und deren Unterſchiede als abſolute Mengen der Wärme betrachteten, voraus, daß man die abſoluten Mengen der Wärme in den Körpern kennte, welches doch der Fall gar nicht ſey, daher auch in den Schlüſſen, durch welche C. ſeinem Syſtem gemäß abſolute Wärmen zu beſtimmen ſuche, ein beſtändiger Cirkel bleibe. Ueberhaupt habe man ſich bisher bey Schätzung der in den Körpern enthaltenen abſoluten Wärme ſehr geirrt. Man ſey durch **Brauns** Verſuch über das Gefrieren des Queckſilbers verleitet worden, zu glauben, daß ſelbſt bey den kälteſten Temperaturen noch viel Feuer in den Körpern ſey: aber die neuern Verſuche des **Hutchins** (Philoſ. Trans. Vol. LXXIII. P. 2.), nach welchen das Queckſilber ſchon bey — 40° fahrenheitiſcher Scale gefriert, ſ. **Gefrierung**, gäben hievon ganz andere Begriffe. Endlich fügt er noch hinzu, die ganze Idee von Capacität erkläre nur einen Nebenumſtand, und laſſe die Hauptfrage, wodurch und wie eigentlich das Schmelzen u. dgl. bewirkt werde, ganz unbeantwortet.

Herr **de Lüc** glaubt, beym Zerſchmelzen werde der feſte Körper in einen flüßigen durch eine Verbindung des Feuers mit ſeinen Theilen vermöge einer chymiſchen Verwandſchaft verwandelt; die Verminderung der Wärme aber entſtehe daher, weil das Feuer, welches ſo mit den Theilen des Körpers verbunden wird, hiedurch ſelbſt aufhört, zur Wärme beyzutragen. Dies geſchieht wenigſtens in allen Fällen, wo das Schmelzen unmittelbar durch die Wärme allein bewirkt wird. In andern Fällen, wo beym Schmelzen andere chymiſche Operationen mitwirken, (z. B. wenn man Eis mit Kochſalz miſcht) ſcheint weniger Feuer verlohren zu gehen; die Urſache hievon aber liegt darinn, weil das Salz durch ſeine Auflöſung und Zerſetzung das in ihm enthaltene Feuer mit hergiebt.

Endlich nimmt Herr de Lüc an, daß in den meiſten Subſtanzen verborgenes Feuer vorhanden ſey, und daß das Feuer insbeſondere bey allen luftförmigen Flüßigkeiten das fortleitende Fluidum (*fluide deferent*) ausmache. Er ſucht umſtändlich zu erweiſen, daß der Grad der fühlbaren Wärme mehr von der Erzeugung und Zerſetzung ſolcher luftförmigen Flüßigkeiten, als von der Capacität der Körper herrühre, und daß beſonders die reine und die brennbare Luft ſehr viel Feuer enthalten. Die chymiſchen Unterſchiede der Luftgattungen leitet er von den verſchiedenen Verwandſchaften ihrer Beſtandtheile mit dem Feuer ab.

Es iſt nicht zu läugnen, daß ſich aus ſeinen Sätzen eine zahlreiche Menge von Phänomenen ſehr glücklich erklären läßt, und daß er der Crawfordiſchen Theorie einige ſehr ſtarke Gründe entgegengeſetzt hat: wenn er aber mit Herrn le Sage auf die erſten mechaniſchen Urſachen der Dinge zurückgehen will, und den Theilchen des Feuers, wenn es frey iſt, eine Bewegung in Schneckenlinien, oder die Bewegung eines Körpers zuſchreibt, der ſich um eine andere Axe drehet, als um die er ſich fortbewegt, ſo möchten ſo kühne carteſianiſche Behauptungen wohl noch zu frühzeitig für den gegenwärtigen Zuſtand der Wiſſenſchaft ſeyn.

Macquers chymiſches Wörterbuch mit Herrn Leonhardi Zuſätzen, Art. Feuer.

Karſtens Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur, Halle, 1783. 8. XXVI. Abſchnitt.

Erxlebens Anfangsgründe der Naturlehre mit Zuſätzen v. G. C. Lichtenberg. Göttingen, 1787. 8. IX. Abſchnitt, §. 494 b u. f.

Neue Ideen über die Meteorologie von J. A. de Lüc, aus dem Franz. überſ. Berlin, 1787. II. Bände, gr. 8., I. Band, §. 115.—264.

Feuer, unterirdiſches, ſ. **Centralfeuer, Vulkane.**

Feuer (St. Elmus) ſ. **Wetterlicht.**

Feuerbeſtändig, Fix, Fixum, *Fixe.* So wird ein Körper genannt, wenn er durch das Feuer nicht in

Dämpfe verwandelt werden kan. Dem Feuerbeſtändigen wird das **Flüchtige** entgegengeſetzt, ſ. **Flüchtig.**

Da wir die letzten Stufen der Wirkſamkeit des Feuers nicht kennen, ſo können wir auch nicht wiſſen, ob es Körper giebt, die ſelbſt bey den höchſten Graden dieſer Wirkſamkeit nicht in Dämpfe verwandelt werden, d. h. die abſolut feuerbeſtändig ſind. Man kan alſo in der Chymie immer nur von einer relativen Feuerbeſtändigkeit reden, welche ſich auf einen gewiſſen Grad der Wirkſamkeit des Feuers bezieht. So nennt man die Vitriolſäure feuerbeſtändig, nicht als ob ſie allen Graden des Feuers widerſtände, ſondern weil ſie weit weniger flüchtig iſt, als die übrigen Säuren. Die Halbmetalle, z. B. den Spießglaskönig, kan man in Vergleichung mit den weſentlichen Oelen und dem Aether feuerbeſtändig, in Vergleichung mit den Metallen flüchtig nennen. Die feuerbeſtändigſten Subſtanzen unter allen bekannten ſind die reinen erdichten Grundſtoffe.

Die Urſache der Feuerbeſtändigkeit ſcheint entweder in der geringen Ausdehnung der Subſtanzen durch die Wärme, oder noch wahrſcheinlicher darinn zu liegen, daß die umgebende Materie, welches bey den chymiſchen Operationen gemeiniglich die Luft iſt, gegen die durch das Feuer in Bewegung geſetzten Theile nicht genug anziehende Kraft äußert, um ſie aufzulöſen und in ſich aufzunehmen.

Macquer chym. Wörterb. Art. Feuerbeſtändigkeit.

Feuerfeſt, Apyrum, *Apyre.* Ein Körper heißt feuer feſt, wenn er ſelbſt bey der heftigſten Wirkung des Feuers weder ſchmelzet, noch ſonſt einige merkliche Veränderung leidet. Man muß den Begrif des **Feuerfeſten** ſowohl von dem Strengflüßigen als von dem Feuerbeſtändigen unterſcheiden. Der reine Kalkſtein z. B. iſt ſtrengflüſſig, und läßt ſich gar nicht, oder doch nicht ohne Hitze von außerordentlicher Heftigkeit ſchmelzen; aber feuerfeſt iſt er nicht, weil die Wirkung des Feuers ſeine weſentlichen Eigenſchaften gar ſehr verändert, und ihn in lebendigen Kalk verwandelt, ſ. **Kalk.** Die vollkommnen Metalle ſind

feuerbeſtändig, wenigſtens in einem ſehr hohen Grade; aber nicht feuerfeſt, weil ſie durch die Wirkung des Feuers ſchmelzen. Der ganz reine Bergkryſtall iſt, ſoviel wir wiſſen, eine feuerfeſte Subſtanz, weil man noch bisher die ſtärkſte Wirkung des Feuers nicht vermögend gefunden hat, ihn zu ſchmelzen, oder einige Veränderung in ihm zu bewirken, ſo lange Zeit man ihn auch dem Feuer ausgeſetzt hat.

Macquer chym. Wörterb. Art. Feuerfeſt.

Feuerfontaine, ſ. Springbrunnen.

Feuerkugel, Bolis, Globus ardens, *Bolide*, *Globe de feu*. Dieſen Namen giebt man einer der ſonderbarſten Lufterſcheinungen. Man ſieht nemlich bisweilen in der Atmoſphäre eine große leuchtende Kugel, deren Farbe oft ins Rothe fällt, und die ſich langſamer oder ſchneller durch die Luft bewegt. Oft zieht dieſe Kugel einen hellen Schweif nach ſich, der an der Kugel ſelbſt einen gleichen Durchmeſſer mit ihr hat, weiterhin aber ſich in eine Spitze endiget, und etwa 4—5 Durchmeſſer der Kugel lang iſt.

Die Größe dieſer Kugeln iſt verſchieden. Ihr ſcheinbarer Durchmeſſer hat bisweilen den vierten Theil des Monddurchmeſſers (Hiſt. de l'acad. de Paris 1738, 1740.), bisweilen die Hälfte deſſelben betragen. **Seneka** (Quaeſt. Nat. L. I. cap. 1.) und einige Neuere (Philoſ. Trans. no. 462, 463.) erzählen von Feuerkugeln, die an ſcheinbarer Größe dem Monde gleich gekommen ſeyen, und **Gaſſendi** (Phyſicae Sect. III. L. II. c. 7.) von einer, deren Durchmeſſer doppelt ſo groß als der des Monds geſchienen habe; da er ſie aber eine Fackel (facem) nennt, ſo ſcheint ſie keine völlig runde Geſtalt gehabt zu haben. **Kirch** (Ephem. Natur. Curioſ. anni 1686.) ſahe i. J. 1686 eine zu Leipzig, deren Durchmeſſer dem Halbmeſſer des Monds gleich war, und bey deren Lichte man leſen konnte. Weit größer war die, welche **Balbi** (Comm. Bonon. To. I. p. 268.) 1719 zu Bologna beobachtete. Sie ſchien ſo groß als der Vollmond, glich einem brennenden Kampher und leuchtete ſo ſtark, als die aufgehende Sonne. Auf ihrer Oberfläche

ſahe man vier Schlünde, woraus Rauch und Flammen hervorbrachen. Aus gleichzeitigen Beobachtungen ihrer ſcheinbaren Höhen an verſchiedenen Orten ſchloß man ihre wahre Höhe über der Erdfläche zwiſchen 16000 und 20000 Schritt, und ihren wahren Durchmeſſer 3560 Schuh. Sie verbreitete überall einen Schwefelgeruch, und zerſprang mit einem heftigen Knalle. Weit näher kam der Erde diejenige, welche nach **Chalmers** Bericht 1748 mitten im Ocean gegen ein Schiff heran kam (Philoſ. Transact. no. 494. p. 366.). Sie ſchien an der Oberfläche des Meeres hinzuſtreichen, zerſprang in einer Entfernung von 40—50 Ellen vom Schiffe mit einem Getöſe, das dem Knallen von hundert Canonen glich, erfüllte das ganze Schiff mit einem Schwefelgeruch, zerbrach einen Maſt, ſpaltete den andern, warf fünf Menſchen zu Boden, und beſchädigte einen ſechſten durch Verbrennungen an der Haut.

Zu Paris verbreitete eine am 17 Julius 1771. um 10 Uhr 36 Min. Abends erſchienene Feuerkugel ein allgemeines Schrecken. Sie ließ ſich gerade zu einer Zeit ſehen, da der Duc de Chaulnes Verſuche mit einem elektriſchen Drachen anſtellte, und der große Haufe glaubte durchgängig, das fürchterliche Phänomen ſey durch dieſe Verſuche herbeygezogen worden. Dies bewog Herrn **de la Lande,** die Beobachtungen hierüber zu ſammlen, und mit einigen Bemerkungen zu begleiten; auch hat **le Roy** (Mém. de l' acad. des Sciences. ann. 1771. p. 668.) von dieſem Meteor eine eigne Abhandlung geliefert. Dieſe Kugel ward in einem großen Theile von Frankreich geſehen, und ſchien in Paris größer und heller als der Mond. Sie zerſprang mit Krachen, und erſchütterte dabey die Luft ſo, daß die Fenſter und das Hausgeräthe zitterten, und einige glaubten, es ſey ein Erdbeben dabey. Die Kugel war über England entſtanden und auch um Oxford ſichtbar geweſen; ohngefähr um Melün, ſüdſüdweſtlich von Paris zerſprang ſie. Als man ſie wahrnahm, muß ſie mehr als 41076 Toiſen hoch über der Erde geweſen ſeyn, und bey ihrem Zerſpringen über 20598 Toiſen. Sie mag 6—8 Stunden Weges *(lieues)* in einer Secunde durchlaufen, und

mehr als 500 Toiſen im Durchmeſſer gehalten haben. Der Himmel war bey der Erſcheinung dieſer Kugel vollkommen klar.

Einige Feuerkugeln drehen ſich um ihre Axe. Gewöhnlich verſchwinden ſie in einigen Secunden; man hat aber auch Beyſpiele, da ſie mehrere Minuten lang ſichtbar geblieben ſind. Nach des **Ulloa** Erzählung (Hiſt. de l'acad. de Paris, 1751.) ſind ſie bey der Stadt Santa Maria de la Parilla ſo häufig, daß viele in einer Nacht geſehen werden: überhaupt aber ſind ſie ſelten. Zuweilen verſchwinden ſie auch ohne Schall.

Alle Naturforſcher geſtehen einmüthig, daß die Urſache und Entſtehungsart der Feuerkugeln von ſo ungeheuren Größen und in ſo beträchtlichen Höhen äußerſt ſchwer zu begreifen ſey. **Muſſchenbroek** (Introd. ad philoſ. natur. To. II. §. 2541.) ſchließt aus dem Schwefelgeruche der Feuerkugeln, daß ſie aus ſchweflichten und andern entzündlichen Ausflüſſen beſtehen, welche zum Theil aus den Vulkanen, oder bey Erdbeben aus den unterirdiſchen Höhlen, in die Luft aufgeſtiegen, und vom Winde zuſammengetrieben worden ſind, eine Wolke bilden, und durch Zuſammenkommen mit andern Dünſten, oder irgend eine andere Urſache, entzündet werden. Andere Naturforſcher hingegen haben ihrer erſtaunlichen Höhe, Größe und Geſchwindigkeit wegen es ganz aufgegeben, ſie aus irdiſchen Dünſten zu erklären. So hält ſie **Halley**, (Philoſ. Trans. no. 341.) für Materie, die im großen Weltraume zerſtreut ſey, ſich durch die allgemeine Anziehungskraft irgendwo geſetzt habe, und von der Erde auf ihrem Wege angetroffen werde, noch ehe ſie eine anſehnliche Geſchwindigkeit gegen die Sonne erhalte. **Hartſoeker** (Conjectures phyſiques, à la Haye. 1707 — 1710.) erklärt ſie geradehin für Kometen, und **Pringle** (Phil. Trans Vol. L. P. I. p. 263.) für Körper, welche beſtändig im Kreiſe umlaufen. Ich ſehe doch nicht, wie man dies mit ihrem Zerplatzen vereinigen will.

Als es gewöhnlich ward, alles aus der Elektricität herzuleiten, hat man auch die Feuerkugeln durch dieſelbe zu erklären geſucht. **Beccaria** (Lettere dell' elettricismo,

1758. 4.), der hiebey ſeiner Einbildungskraft unſtreitig zu viel nachgegeben hat, behauptete zuerſt, daß das ſogenannte Sternſchießen eine blos elektriſche Erſcheinung ſey (ſ. **Sternſchnuppen**), und da der fliegende Drache und die Feuerkugeln blos dem höhern Grade nach von dem Sternſchießen unterſchieden zu ſeyn ſcheinen, ſo war er geneigt, auch dieſe für elektriſche Phänomene zu halten. Dafür hat ſie auch **Hartmann** (Von der Verwandſchaft der elektriſchen Kraft mit den erſchrecklichen Lufterſcheinungen. Hannover, 1759. 8.) erklären wollen, und ſeit dieſer Zeit hat man in den meiſten Lehrbüchern der Naturlehre die Feuerkugeln entweder geradehin für elektriſche Erſcheinungen ausgegeben, oder doch wenigſtens bemerkt, daß ſich bey ihrer Entſtehung Elektricität mit einmiſche. **Reimarus** hingegen (Vom Blitze, Hamburg, 1778. 8. S. 568.), der überhaupt den gewagten Erklärungen der Meteore aus der Elektricität nicht günſtig iſt, urtheilt hievon ganz anders. Er geſteht zwar, daß er von den Feuerkugeln keinen recht wahrſcheinlichen Grund anzugeben wiſſe; daß ſie aber doch von elektriſchen Feuerballen oder wahren Blitzen ſehr unterſchieden ſeyn, zeige ſowohl ihr Anſehen, und ihre Art von Bewegung, als auch die überaus große Höhe von der Erde, wo ſie ſich zu zeigen pflegen, und wo die Luft ſo verdünnt ſeyn müſſe, daß ſich keine Wolken mehr bilden könnten, und die Elektricität gewiß nur wie im luftleeren Raume ſich ausbreiten, nicht aber in geballetem Feuer erſcheinen könnte. Dieſe erſtaunliche Höhe der Feuerkugeln aber iſt aus dem weiten Umfange, in welchem ſie auf der Erde geſehen werden, und der bey manchen ſich auf 4 Grad in die Breite und 11 Grad in die Länge erſtreckt hat, ganz unläugbar. Daß man bisweilen beym Niederfallen der Feuerkugeln elektriſche Wirkungen wahrgenommen haben will, iſt noch kein Beweiß ihres elektriſchen Urſprungs, weil auch andere ſchnell durch die Luft bewegte Körper Elektricität erregen können. Auch ſcheint man bisweilen für Feuerkugeln gehalten zu haben, was in der That wahre Blitze geweſen ſind, welches vermuthlich bey der oben angeführten von **Chalmers** erzählten Begebenheit auf dem engliſchen

Schiffe im Jahre 1748 der Fall geweſen ſeyn mag.

Bergmann (Phyſikaliſche Beſchr. der Erdkugel nach **Röhls** Ueberſ., Greifsw. 1780. gr. 8. §. 131.) nimmt, wie mir däucht, ſehr richtig, verſchiedene Gattungen von Feuerkugeln an. Was die niedrigſten betrifft, folgt er **Muſſchenbroeks** Meynung: nur meynt er, es ſey ſchwer zu begreifen, wie eine ſolche gewiß ſehr lockere Kugel ihre erſtaunliche Geſchwindigkeit behalten könne, da die viel dichtere Canonenkugel wegen des Widerſtandes der Luft nicht zwo Meilen zu gehen vermöge. Eine andere Gattung Feuerkugeln, die zuweilen bey Donnerwettern entſtehen, und an der Erdfläche hingehen, wie die am engliſchen Schiffe im Jahre 1748, ſcheint ihm von anderer Beſchaffenheit und dem Blitze ähnlicher zu ſeyn. Die höchſten endlich verſucht er von der gröbern Materie des Zodiakallichts oder der Sonnenatmoſphäre herzuleiten, deren feinerer Theil nach **Mairans** Hypotheſe die Urſache der Nordlichter iſt, ſ. **Atmoſphäre der Sonne, Nordlicht.** Wenigſtens, meynt er, ſey dies nicht unglaublicher, als andere bisher angegebene Muthmaßungen. Er wünſcht endlich, daß man einmal Gelegenheit finden möchte, die Subſtanz einer zerplatzten Feuerkugel an dem Orte, wo ſie niedergefallen ſey, zu unterſuchen, welches freylich das beſte Mittel zur Entdeckung der wahren Natur dieſes Meteors ſeyn würde.

Die meiſten Naturforſcher erklären die Feuerkugeln, ſo wie den **fliegenden Drachen** und die ſogenannten **Sternſchnuppen**, welche ſich blos dem Grade nach von jenen zu unterſcheiden ſcheinen, für Wirkungen fetter, ölichter, entzündlicher oder auch nur blos leuchtender Dünſte; wiewohl bey den Feuerkugeln eine wirkliche Entzündung mit Erploſion unläugbar vorhanden iſt. Sollte nicht, wie **Volta** (Briefe über die Sumpfluft; a. d. Ital. Winterthur 1778. 8.) von den Irrlichtern und Sternſchnuppen vermuthet, die brennbare Luft, welche ihrer Leichtigkeit halber bis in die größten Höhen aufſteigt, und mit atmoſphäriſcher Luft vermiſcht einer Entzündung mit Erploſion fähig wird, (ſ. **Gas, brennbares**) einen großen Antheil an allen

dieſen Erſcheinungen haben? **Von Herbert** (De aëre fluidisque ad aëris genus pertinentibus. Vienn. 1779. 8.) hält dieſes für ganz entſchieden.

Muſſchenbroek Introd. ad Philoſ. natur. To. II. §. 2541. ſqq.
Bergmann phyſik. Beſchreibung der Erdkugel durch Röhl. Th. II. §. 131.
Sigaud de la Fond. Dict. de phyſique, art. *Globe de Feu*.

Feuerluft, ſ. **Gas, dephlogiſtiſirtes.**
Feuermaſchine, ſ. **Dampfmaſchine.**
Feuerſpeyende Berge, ſ. **Vulkane.**

Fibern, Faſern, Fibrae, *Fibres*. So nennt man die feinen cylindriſchen oder fadenförmigen Körper, aus welchen verſchiedne Theile der Pflanzen und der thieriſchen Körper zuſammengeſetzt ſind. Aus den Faſern des Hanfs, Leins, der Baumwolle und einiger Baumrinden werden nach gehöriger Zubereitung Fäden geſponnen, und zu Geweben verbraucht. Weit merkwürdiger aber ſind die Fibern des thieriſchen Körpers, vorzüglich diejenigen, aus welchen die Muſkeln beſtehen, die **Muſkelfibern, Fleiſchfaſern** (fibrae muſculares), weil durch ſie alle Bewegungen der thieriſchen Körper hervorgebracht werden, die eine ſo wichtige Quelle von Bewegung in der Körperwelt ausmachen, ſ. **Bewegung.**

Man hat, um die Bewegung und Wirkung der Muſkeln zu erklären, eine Menge verſchiedner Muthmaßungen vorgebracht, von denen einige der vornehmſten bey dem Worte: **Muſkeln** vorgetragen werden ſollen. Eine der wahrſcheinlichſten iſt die, welche den Fleiſchfaſern eine **Reizbarkeit** (irritabilitatem) beylegt, d. i. ein Vermögen, ſich durch jeden mechaniſchen Reiz zuſammenzuziehen. Dieſe Muthmaßung hat vorzüglich Herr von **Haller** (Mémoires ſur la nature ſenſible et irritable des parties du corps animal, à Lauſanne, 1756. To. IV. 12m. ingl. De partibus corp. humani ſentientibus et irritabilibus, Sermo I—IV. in Nov. Comm. Gotting. To. I–IV. Man ſ. auch I. Ge. *Zimmermann* Diſſ. de irritabilitate, Gott. 1751. 4.) dadurch wahrſcheinlich gemacht, daß die Bewegungen der Muſkeln bey einer äußern Reizung ſelbſt

nach ihrer Trennung vom Gehirn noch eine Zeit lang, zuweilen mehrere Stunden fortdauren, auch die Bewegung des Herzens nach deſſen Abſonderung vom Körper noch eine Zeit lang anhält. Dieſe Meynung hat ſoviel Beyfall gefunden, daß man anjezt die Reizbarkeit, d. i. das Zuſammenziehen und Bewegen bey einer äußern Reizung für ein entſcheidendes und weſentliches Kennzeichen der Muſkelfaſer annimmt. Inzwiſchen iſt es mit dem Syſtem der Reizbarkeit eben ſo, wie mit ſo vielen andern Theorien der Naturlehre beſchaffen: Reizbarkeit iſt eben ſo, wie Attraction u. dgl. mehr ein Ausdruck eines allgemeinen Phänomens, als eine Erklärung der Urſache deſſelben; und die Art, wie die willkührlichen Bewegungen vermöge der Muſkelfibern hervorgebracht werden, möchte wohl für uns auf immer ein unerforſchliches Geheimniß bleiben.

Auch andere feſte Theile des thieriſchen Körpers, Gefäße, Knochen u. dgl. ſind aus Fibern oder Faſern zuſammengeſetzt. Man nimmt von den Fibern überhaupt an, daß ſie aus erdichten Theilen beſtehen, welche durch eine Gallerte (gluten) von Oel und Waſſer zuſammengehalten werden. Man ſchreibt einer jeden Fiber eine elaſtiſche Kraft zu, vermöge der ſie ſich, wenn ſie ausgedehnt worden iſt, wiederum in ihren vorigen Zuſtand ſetzet; und legt überdies den reizbaren Fibern eine toniſche Kraft bey, vermöge der ſie ſich zuſammenzuziehen ſtreben, auch ohne vorher ausgedehnt worden zu ſeyn. Im Alter erſchlaffen die Fibern durch den langen Gebrauch, und der Körper wird zu allen davon abhangenden Verrichtungen und Bewegungen von Zeit zu Zeit unfähiger. Die Empfindungen und Leidenſchaften haben auf die toniſche Kraft der reizbaren Fibern einen ungemein ſtarken Einfluß; der Zorn verſtärkt, und die Furcht ſchwächt dieſe Kraft derſelben, ob gleich die Art und Weiſe, wie dies bewirkt wird, ganz unerklärbar bleibt. Noch einiges hiemit zuſammenhängende wird man bey dem Worte: **Muſkeln** finden.

Figur, ſ. **Geſtalt**.

Figur der Erde, ſ. **Erdkugel**, unter dem Abſchnitte: Abgeplatete Geſtalt der Erde.

Filtriren, Seihen, Durchſeihen, Filtratio. *Filtration.* Eine Operation, wodurch man die einer flüſſigen Materie beygemengten Unreinigkeiten oder fremden Theile ſcheidet, indem man ſie durch einen Körper gehen läßt, deſſen Oefnungen die flüßige Materie hindurchlaſſen, die fremden Theile hingegen aufhalten. Der hiezu gebrauchte Körper heißt das **Filtrum** oder **Seihezeug**, der **Seiher** (filtrum, *filtre*).

Das Filtrum muß von einer ſolchen Beſchaffenheit ſeyn, daß es von der durchgehenden flüßigen Materie nicht angegriffen wird, und derſelben nichts abgiebt; auch müſſen ſeine Oefnungen kleiner ſeyn, als die Theile der Subſtanzen, die man von der Flüßigkeit abſondern will. Man gebraucht dazu am gewöhnlichſten feine wollene Zeuge, Leinwand und vornemlich Löſchpapier. Daraus wird entweder ein **Filtrirſack** (Manica Hippocratis, *Chauſſe*) in Geſtalt eines umgekehrten hohlen Kegels gemacht, oder man legt das Löſchpapier in die Form eines Trichters zuſammen, bringt es in einen gläſernen Trichter, und legt etwas zwiſchen das Papier und die Seitenwände des Trichters, um das unmittelbare Anliegen des Papiers zu verhüten. Hat man viel durchzuſeihen, ſo befeſtigt man eine Leinwand an die vier Ecken eines hölzernen Rahmens, doch ſo, daß ſie nicht geſpannt iſt, belegt das Innre mit Papier und gießt den zu filtrirenden Liquor darauf. Oft kan auch ein Haufen feiner Sand, oder eine gewiſſe Art Stein, deren Baſis die Bitterſalzerde iſt, und die deswegen **Filtrirſtein** heißt, zum Seihezeuge dienen.

Klebrichte dicke Materien, wie die ſyrupartigen und ſchleimichten, auch die ſehr geſättigten Auflöſungen der Salze gehen nicht gut durch die Seiher; die letztern müſſen ſiedend filtrirt werden, weil ſie in dieſem Zuſtande flüſſiger ſind. Theile, die in der flüßigen Materie wirklich aufgelöſet ſind, können durchs Filtriren von ihr nicht geſchieden werden; man muß ſie vorher durch das in jedem Falle erforderliche Verfahren niederſchlagen oder zum Gerinnen bringen.

Das zuerſt durchlaufende iſt allezeit trüb, und muß zum zweytenmale filtrirt werden, weil die Oefnungen des Seihers im Anfang zu weit ſind, und erſt durch das Aufquellen von der Feuchtigkeit gehörig verengert werden.

Macquer chym. Wörterb. Art. Durchſeihen.

Finſterniſſe, Verfinſterungen der Himmelskörper, Eclipſes, Defectus Solis vel Lunae, *Eclipſes*. Dieſen Namen führen diejenigen Himmelsbegebenheiten, wobey ein Himmelskörper durch das Dazwiſchentreten eines andern dunkeln, ganz oder zum Theil verdeckt oder ſeines Lichtes beraubt wird. Sie führen den Namen der Eklipſen von dem griechiſchen Worte ἐκλείπειν, deficere, und ſind entweder **partielle**, wenn durch den dazwiſchentretenden Körper nur ein Theil des andern, oder **totale**, wenn der letztere ganz unſern Augen entzogen wird.

Man kennt in der Sternkunde dreyerley Arten der Verfinſterung, die **Sonnenfinſterniſſe**, **Mondfinſterniſſe**, und **Verfinſterungen der Trabanten**, beſonders des Jupiters, von welchen wir das Nöthigſte unter eigne Abſchnitte bringen wollen.

Mondfinſterniſſe.

Bisweilen ſcheint der **volle Mond** ſein Licht ſo zu verlieren, daß es ausſieht, als ob eine runde ſchwarze Scheibe von Morgen gegen Abend vor ihn rückte, nach und nach immer einen größern Theil der Mondſcheibe bedeckte, und dieſe zuletzt allmählich wieder verließe. Eine ſolche Begebenheit heißt eine **Mondfinſterniß** (Eclipſis lunae ſ. lunaris, defectus lunae, *Eclipſe de lune)*. Sie erfolgt aber niemals zu anderer Zeit, als beym Vollmonde, d. i. wenn der Mond der Sonne gegenüber geſehen wird, mithin die Erde zwiſchen Sonne und Mond ſteht, und ihren Schatten der Sonne gegenüber gerade in die Gegenden des Monds wirft. Auch erfolgen die Mondfinſterniſſe nicht bey allen Vollmonden, ſondern nur dann, wenn der Mittelpunkt des Vollmonds nahe bey der Ekliptik oder bey ſeinem Knoten ſteht, d. i. nahe an dem Orte, der der

Sonne ganz genau entgegengeſeẑt iſt, an welchen alſo zu dieſer Zeit der Schatten der Erdkugel hinfallen muß. Es läßt ſich daher nicht zweifeln, daß der auf die Mondſcheibe fallende Erdſchatten die Urſache der Mondfinſterniſſe, und die ſchwarze Scheibe, welche dabey vor den Mond zu rücken ſcheint, der kreisförmige Durchſchnitt des kegelförmigen Erdſchattens in der Gegend der Mondbahn ſey. Dies wird dadurch völlig gewiß, daß man nach dieſer Vorausſetzung die Mondfinſterniſſe vorherſagen, und mit allen dabey vorkommenden Umſtänden im voraus auf das genaueſte berechnen kan.

Die **Mondfinſterniß** iſt alſo nichts anders, als ein Durchgang des Monds durch den Schatten der Erde, wobey der im Erdſchatten befindliche Theil, bisweilen auch die ganze Mondſcheibe, ihr von der Sonne entlehntes Licht verliert.

Es ſey Taf. IX. Fig. 27. in S die Sonne, in C die Erde, ſo iſt EHF der Erdſchatten, welcher nach optiſchen Grundſätzen eine kegelförmige Geſtalt haben, und ſich bis H, etwa 217 Erdhalbmeſſer weit von ECF erſtrecken muß, ſ. **Schatten**. Dieſer Erdſchatten wird von den äußerſten Stralen der Sonne AH und BH begrenzt, und heißt der **wahre Schatten**, weil den Orten, die ſich in ihm befinden, wegen der im Wege ſtehenden Erde, kein Punkt der Sonne ſichtbar ſeyn kan. Iſt nun ML ein Theil der Mondbahn, ſo kan der Mond, der nur etwa 60 Erdhalbmeſſer von C entfernt iſt, bey r, wo er von der Erde aus der Sonne gegenüber oder als Vollmond geſehen wird, in dieſen Schatten treten, bey m gänzlich verfinſtert ſeyn, und bey t wieder aus dem Schatten hervorkommen.

Es folgt aber nicht, daß dies bey allen Vollmonden geſchehen müſſe. Wenn in der Figur die Fläche des Papiers die Ebne der Ekliptik vorſtellt, ſo liegt die Mondbahn, wovon ML ein Theil iſt, nicht in eben derſelben Fläche, ſondern macht mit ihr einen Winkel von etwa 5 Graden, ſchneidet ſich mit ihr in einer geraden Linie, welche die **Knotenlinie** heißt, und wird von dieſer Linie in zween Theile getheilt, wovon der eine über, der andere un-

ter die Fläche der Figur fällt, indem die Knotenlinie in dieſer Fläche ſelbſt liegt. Wenn alſo zu der Zeit, da der Mond nach r kömmt, die Knotenlinie nicht weit von der Lage Cm abweicht, d. h. wenn ein Knoten des Monds in oder nahe bey m fällt, ſo wird der Mond der Ebne der Ekliptik nahe kommen, und alſo den Erdſchatten treffen können; iſt er aber zu eben der Zeit von ſeinem Knoten entfernt, ſo geht er, nach der Lage der Figur zu reden, über oder unter dem Schatten vorbey, und leidet keine Verfinſterung, welches der Fall bey den meiſten Vollmonden iſt. Da der größte ſcheinbare Halbmeſſer des Erdſchattens 47 Min. und der des Monds 17 Min. beträgt, ſo kann keine **partielle** Finſterniß mehr ſtatt finden, wenn die Breite des Monds (d. i. der Abſtand ſeines Mittelpunkts von der Ekliptik) im Augenblicke des Vollmonds 64 Min. (47 + 17), und keine **totale**, wenn ſie 30 Min. (47 — 17) überſteigt; wovon das erſte erfordert, daß der Mond über 12 — 13 Grad, das letztere, daß er über 6 Grad vom nächſten Knoten entfernt ſey. Dies erläutert Taf. IX. Fig. 28., wo ☋ den Knoten des Monds, EL☋ die Ekliptik, C☋ die Mondbahn darſtellet. Steht im Augenblicke des Vollmonds der Erdſchatten in E, 13 Grad von ☋ entfernt, daß EC 47 + 17 = 64 Min. beträgt, ſo ſtreicht der Mond C nur gerade am Rande des Schattens hin, ohne verfinſtert zu werden; bey L aber, 6 Grad von ☋, iſt die größte Entfernung, in der ſich der Mond ganz in den Erdſchatten einſenken kan.

Es giebt daher bisweilen ganze Jahre, in welchen keine Mondfinſterniß vorfällt, weil alle Vollmonde derſelben zu weit von den Knoten der Mondbahn entfernt ſind, wie z. B. die Jahre 1781 und 1788: gemeiniglich aber ereignen ſich zwey Mondfinſterniſſe in jedem Jahre, die letztere 6 Monate nach der erſten.

In der Gegend der Mondbahn iſt der Schattenkegel der Erde noch faſt dreymal breiter, als der Mond, ſo daß letzterer nicht allein völlig verfinſtert werden, ſondern ſich auch eine Zeit lang im völligen Schatten verweilen kan. Eine ſolche Finſterniß heißt eine **totale mit Dauer** (to-

talis cum mora) und wenn der Mond im Augenblicke der Oppoſition im Knoten ſelbſt iſt, daß alſo die Mittelpunkte des Erdſchattens und der Mondſcheibe auf einander fallen, eine **centrale**, bey welcher die Dauer der totalen Verfinſterung auf $1\frac{3}{4}$ Stunden betragen kan.

Um den wahren Schatten der Erde herum befindet ſich noch der **Halbſchatten** (penumbra) EL, FM Taf. IX. Fig. 27., der von den Lichtſtralen AFMK und BELI begrenzt wird, und in welchem immer noch ein Theil der Sonne zu ſehen iſt. Kömmt z. B. der Mond in M, ſo fängt der Rand der Erdkugel F an, ihm den Sonnenrand A zu verdecken; je weiter er nach r rückt, deſto mehr wird die Sonne von der Erde bedeckt, bis endlich in r die ganze Sonnenſcheibe bedeckt zu werden anfängt. So ſehen die Bewohner des Monds, ſo lange ſie ſich im Halbſchatten befinden, eine partielle, und wenn ſie in den wahren Schatten kommen, eine totale Sonnenfinſterniß. Auf der Mondſcheibe iſt der Halbſchatten nicht ſo deutlich zu bemerken; er zeigt ſich nur vor und nach dem Ein- und Austritt in den wahren Schatten dadurch, daß er die Mondflecken etwas trüb und unkenntlich macht. Inzwiſchen verliert er ſich dennoch ſo unmerklich in den wahren Schatten, daß dadurch die Beobachtungen des Anfangs einer Mondfinſterniß immer ungewiß gemacht werden.

Da die Mondfinſterniß eine wirkliche Beraubung des Lichts iſt, ſo muß ſie von allen Einwohnern der Erde, bey denen ſie **ſichtbar** iſt (oder denen der Mond zur Zeit der Verfinſterung über dem Horizonte ſteht), zu einerley Zeit und auf einerley Weiſe geſehen werden. Dies macht die aſtronomiſche Berechnung der Mondfinſterniß ſehr einfach. Wenn man die Zeit, da eine ſolche Finſterniß einfallen wird, vorläufig kennet, wozu die Aſtronomie leichte Regeln vorſchreibt, ſo läßt ſich aus den aſtronomiſchen Tafeln die genaue Zeit des Vollmondes für den Meridian eines gewiſſen Orts auf der Erde, und für dieſe Zeit die Breite, ſtündliche Bewegung und der Halbmeſſer des Monds, die ſtündliche Bewegung und der Halbmeſſer der Sonne, die Mond- und Sonnenparallaxe u. ſ. w. finden, woraus man mit

Hülfe einiger aſtronomiſchen Lehrſätze den ſcheinbare Halbmeſſer des Erdſchattens berechnen, und dann entweder durch Rechnung oder noch leichter durch Zeichnung, Anfang, Mittel, Ende, Größe der Finſterniß, und alle übrige Umſtände beſtimmen kan. Anleitungen dazu finden ſich in den Lehrbüchern der Sternkunde (Aſtronomiſches Handbuch von **de la Lande**, aus d. Frz. Leipz. 1775. gr. 8. §. 620. u. f. **Bode** kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde, Berlin 1778. 8. Zweyter Theil, §. 538. u. f.).

Die Größe einer Mondfinſterniß drückt man nach einer alten Gewohnheit in **Zollen**, d. i. in Zwölftheilen des Monddurchmeſſers, und in **Minuten**, oder Sechzigtheilen der Zolle aus. Erreicht der Erdſchatten z. B. gerade den Mittelpunkt der Mondſcheibe, ſo ſagt man, die Größe der Verfinſterung betrage 6 Zoll. Die totale Verfinſterung macht 12 Zoll aus; man rechnet aber hiebey noch die Zolle hinzu, um welche ſich der Mond in den weit größern Erdſchatten einſenkt; daher bey den totalen Mondfinſterniſſen mit Dauer, die Größe bis auf 21 Zoll und drüber ſteigen kan.

Bey gänzlichen Mondfinſterniſſen iſt bisweilen der Mond völlig verſchwunden, wie **Kepler** (Aſtron. Opt. p. 227. Epit. Aſtr. Copern. L. V. p. 825.) von den am 9 Dec. 1601 und am 15 Jun. 1620 meldet. **Hevel** (Selenograph. Cap. VI. fol. 117.) verſichert, am 25 Apr. 1642. habe man bey einer gänzlichen Verſtinſterung den Ort des Monds auch durch Fernröhre nicht entdecken können, obgleich der Himmel ſo heiter geweſen, daß man die Sterne der fünften Größe geſehen habe. Dergleichen gänzliche Verſchwindung aber ereignet ſich ſehr ſelten. Mehrentheils ſieht man den Mond ſelbſt während der totalen Verfinſterung noch wie eine Kugel von hell- oder dunkelrother Farbe. Taf. IX. Fig. 27. wird leicht erläutern, wie dieſes vermittelſt derjenigen Sonnenſtralen geſchehen könne, welche auf die Atmoſphäre der Erde um die Gegend von E und F fallen, und beym Durchgange durch die Luft ſo gebrochen werden, daß ſie den Mond treffen. In der Erdferne erſcheint der Mond gewöhnlich heller und röther, als in der

Erdnähe; vermuthlich weil der Schatten daſelbſt ſchmäler iſt, und die von der Erdluft gebrochnen Sonnenſtralen näher zum Mittelpunkte deſſelben kommen. Es kömmt aber auch hiebey viel und faſt alles auf die Beſchaffenheit der Atmoſphäre an den Orten der Erde E und F an.

Die Beobachtung einer Mondſinſterniß beſteht darinn, daß man nach einer genauen Uhr den Augenblick des Anfangs und Endes derſelben, ingleichen den Anfang und das Ende der gänzlichen Verſinſterung und die Zeitpunkte, wenn gewiſſe Flecken und Berge des Monds in den Erdſchatten und wieder heraustreten, genau bemerkt, auch die Größe des verſinſterten Theiles von Zeit zu Zeit abmißt. Die unbeſtimmten Grenzen des wahren und Halb-Schattens aber machen dieſe Beobachtungen etwas unſicher.

Der Gebrauch, den man von dieſen Beobachtungen macht, beſteht nicht allein in der Berichtigung der Tafeln oder in der Verbeſſerung der Kenntniß des Mondlaufs, ſondern er erſtreckt ſich auch auf die Geographie. Da die Mondſinſterniſſe allen Bewohnern der Erde zugleich und in einerley Augenblicke erſcheinen, ſo geben ſie eine Menge Merkmale von gleichzeitigen Augenblicken an, und der Unterſchied der verſchiedenen Stunden, welche zwo von einander entfernte Orte der Erde in dieſen Augenblicken zählen, zeigt den Unterſchied der Zeit dieſer Orte überhaupt an, und beſtimmt den Unterſchied ihrer geographiſchen Längen, ſ. **Länge, geographiſche.**

Es ſey z. B. wie Taf. IX. Fig. 27. der Mond mitten im Erdſchatten bey m, ſo wird ihn in eben dem Augenblicke der Zuſchauer ſowohl aus F, als aus o und E, central verſinſtert erblicken. Der in F aber wird, (weil ſich die Erde nach FoE um ihre Axe dreht) in eben dem Augenblicke die Sonne im Horizonte haben, und untergehen ſehen, mithin etwa 6 Uhr Abends zählen; der in o wird die Sonne gerade im entgegengeſetzten Meridian haben, alſo Mitternacht d. i. 12 Uhr; der in E endlich wird die Sonne aufgehen ſehen, und 6 Uhr früh oder 18 Uhr zählen. Dieſe Unterſchiede der Zeit für einerley Augenblick zeigen, daß der Mittag, als der Anfang der Stundenzählung in E 6 Stun-

den früher, als in o, und hier 6 Stunden früher als in F geweſen ſey, d. i. daß ſich die geographiſchen Längen der Orte E und o, ingleichen o und F um 90° unterſcheiden.

Sonnenfinſterniſſe.

Die Sonne verliert zuweilen **zur Zeit des Neumonds** bey heiterm Himmel ihren Schein, auf die Art, als ob eine ſchwarze Scheibe von Abend gegen Morgen in ſie rückte, welche bisweilen viel, bisweilen wenig von der Sonne, manchmal auch die ganze Sonne bedeckt. Dieſe Begebenheit heißt eine **Sonnenfinſterniß** (Eclipſis Solis ſ. ſolaris, Defectus Solis, *Eclipſe de Soleil*). Sie erfolgt nie zu anderer Zeit, als im Neumonde, d. i. wenn man den Mond eben da zu ſuchen hat, wo die Sonne ſteht. Da nun der Mond ein dunkler undurchſichtiger Körper iſt, der ſich geſchwinder als die Sonne von Abend gegen Morgen bewegt, ſo iſt kein Zweifel, daß der Mond durch ſein Vortreten vor die Sonne die Sonnenfinſterniſſe veranlaſſe; welches dadurch zur völligen Gewißheit gebracht wird, daß man nach dieſer Vorausſetzung dergleichen Begebenheiten vorherſagen, und aufs genauſte berechnen kan. Die **Sonnenfinſterniß** iſt alſo nichts anders, als eine Bedeckung der Sonne durch den Mond, wobey die Sonne ihr Licht nicht wirklich verliert, ſondern daſſelbe nur den Erdbewohnern durch den vortretenden Mond entzogen wird; daher denn auch nicht an allen Orten der Erde ein gleich großer Theil der Sonne verfinſtert wird.

Die Sonnenfinſterniſſe ſind entweder **partial**, wenn die Sonne nur zum Theil, oder **total**, wenn ſie ganz vom Monde bedeckt wird. Das letzte ſetzt voraus, daß zur Zeit einer ſolchen Begebenheit der Mond größer ausſehe, oder einen größern ſcheinbaren Durchmeſſer habe, als die Sonne. Nun ſind die ſcheinbaren Durchmeſſer des Monds und der Sonne faſt von gleicher Größe, aber beyde veränderlich. Daher iſt zuweilen auch des Monds Durchmeſſer der kleinere. In dieſem Falle kan der dunkle Mond ganz in die Sonnenſcheibe hineintreten und noch einen hellen Ring um ſich unbedeckt laſſen. Eine ſolche Finſterniß heißt eine

ringförmige (annularis, *annulaire*); ſo ward z. B. die vom 1 April 1764. zu Cadix, Calais und Pello in Lappland ringförmig geſehen, ob ſie gleich bey uns nur die größere Hälfte der Sonne betraf. **Central** heißen die Sonnenfinſterniſſe, wenn die Mittelpunkte des Monds und der Sonne zuſammentreffen: iſt hiebey der Durchmeſſer des Monds kleiner, als der der Sonne, ſo iſt die Finſterniß ringförmig; iſt er größer, ſo iſt ſie **total mit Dauer** (totalis cum mora, *avec durée*); ſind beyde Durchmeſſer gleich, daß zwar der Mond die Sonne deckt, aber wegen ſeiner eignen Bewegung ſogleich wieder verläßt, ſo iſt die Verfinſterung **total ohne Dauer** oder von augenblicklicher Dauer (totalis ſine mora, *ſans durée*).

Die Sonnenfinſterniſſe, beſonders die größern, ſind ſchon von den älteſten Völkern und Schriftſtellern als ſehr merkwürdige Begebenheiten angeſehen worden. Im dreyzehnten Capitel des Propheten Eſaias wird ihrer erwähnt, desgleichen im **Homer** und **Pindar**; umſtändlich handelt von ihnen **Plinius** (Hiſt. nat. II. 12.). Nach ihm ſoll **Thales** unter den Griechen der Erſte geweſen ſeyn, der eine Sonnenfinſterniß vorhergeſagt hat, und zwar diejenige, die nach **Herodots** Nachricht im 6ten Jahre des Krieges zwiſchen den Lydiern und Medern, während der Schlacht den Tag in Nacht verwandelte, und die nach **Coſtards** Berechnung (Philoſ. Tranſact. 1753. p. 23.) auf den 17ten May des 603ten Jahres vor C. G. gefallen iſt. Man ſieht hieraus, wieviel die Berechnung ſolcher Begebenheiten zur genauern Beſtimmung der Zeitrechnung beytragen kan. In einem im chronologiſchen und diplomatiſchen Fache ſehr brauchbaren Buche (L'art de verifier les dates, Paris, 1770. fol.) findet man ein genaues Verzeichniß aller ſeit dem Anfange der chriſtlichen Zeitrechnung vorgefallenen Finſterniſſe.

Der Anblick einer großen, beſonders einer gänzlichen, Sonnenfinſterniß iſt in der That etwas ſehr ſonderbares. Es zeigen ſich dabey alle Wirkungen der Nacht. Die Vögel fallen zur Erde nieder, die Sterne erſcheinen, und die Dunkelheit iſt, wo nicht größer, doch auffallender und

empfindlicher, als die der Nacht ſelbſt. Es ſind aber die gänzlichen Sonnenfinſterniſſe für einen beſtimmten Ort äuſſerſt ſelten. Im Jahre 1706 den 12 May ward eine an den meiſten Orten Deutſchlands total geſehen; in Paris aber blieb noch $\frac{1}{12}$ vom Sonnendurchmeſſer unbedeckt, deſſen Licht aber eine traurige blaſſe Farbe zeigte (Hiſt. de l'acad. roy. des Sc. 1706.). Zu Montpellier, wo dieſe Finſterniß total war, und faſt überall in Deutſchland, ſahe man während der gänzlichen Verfinſterung um den Mond herum einen lichten Ring, deſſen Breite auf der Seite, wo er am merklichſten war, ein Zwölftheil des Monddurchmeſſers betrug, und den **Wolf** (Elem. Aſtr. §. 54.) von dem wieder hervorgehenden Stücke der Sonnenſcheibe an der Stärke des Lichts und an der Geſtalt ſehr deutlich unterſcheiden konnte. Einen ähnlichen Ring beobachtete auch **Don Ulloa** auf der Südſee bey der Sonnenfinſterniß am 24 Jun. 1778. Man hat die Erſcheinung dieſes Ringes zum Beweiſe einer Mondatmoſphäre gebrauchen wollen, ſ. **Atmoſphäre des Monds.** In Paris ſahe man eine gänzliche Sonnenfinſterniß am 22ſten May 1724, wo die völlige Dunkelheit $2\frac{1}{4}$ Minuten dauerte, auch Venus und Merkur ſichtbar wurden. Der erſte kleine Theil der Sonne, der ſich wieder entdeckte, ſchien wie ein lebhafter Bliß die ganze Dunkelheit auf einmal zu zerſtreuen (Hiſt. de l'acad. 1724.).

Ueberhaupt fallen zwar viel mehr Sonnen- als Mondfinſterniſſe vor; aber da die Sonnenfinſterniſſe immer nur auf einem geringen Theile der Erdfläche ſichtbar ſind, ſo ſind für einen beſtimmten Ort die ſichtbaren Sonnenfinſterniſſe weit ſeltener, als die ſichtbaren Mondfinſterniſſe. Das Verhältniß iſt ohngefähr wie 4 zu 11. Für Paris hat **de Vaucel** berechnet (Mém. préſentés. To. V. p. 575.), daß von 1774 bis 1900, 59 Sonnenfinſterniſſe ſichtbar ſeyn werden, worunter keine gänzliche, und nur eine ringförmige den 9 Oct. 1847 befindlich ſeyn wird.

Wenn uns der Mond die Sonne ganz verdeckt, ſo muß natürlicher Weiſe ſein Schatten auf die Erde fallen, und den Ländern, die er trift, das Sonnenlicht entziehen;

daher iſt eine ſolche Himmelsbegebenheit eigentlich eine **Erdfinſterniß** (eclipſis terrae). Als eine ſolche erſcheint ſie auch den Bewohnern des Mondes, und läßt ſich ſo in der Sternkunde am leichteſten und allgemeinſten betrachten.

Es ſey Taf. IX. Fig. 29. in T die Erde, ACB ein Stück der Mondbahn, der Mond jetzt in C, und in S die Sonne, I der weſtliche und K der öſtliche Rand derſelben. Steht der Neumond C mit T und S in einer Fläche, ſo kan ſein Schatten, welcher gegen die Erde ſpitzig zuläuft, auf den Ort a fallen, und hier wird die Sonne vom Monde gänzlich bedeckt erſcheinen. Der **Halbſchatten** des Monds erſtreckt ſich von n bis o, und ſchneidet einen Kreis auf der Erdfläche ab, in welchem die Orte liegen, die nur einen Theil der Sonne bedeckt ſehen; dieſer Theil iſt deſto größer, je näher der Ort dem Mittelpunkte a des Kreiſes liegt. Von o aus zeigt ſich der weſtliche, von n aus der öſtliche Mondrand an der Sonne. Außer dem beſchatteten Raume neo iſt in dieſem Augenblicke ſonſt nirgends etwas von dieſer Sonnenfinſterniß zu ſehen; denn die Orte von neo bis NTM ſehen ungehindert die völlige Sonne.

Wenn die Sonne zu dieſer Zeit in der Erdferne, und der Mond in der Erdnähe iſt, ſo hat der Schattenkegel bey a noch einige Breite, und a ſieht eine totale Finſterniß mit einer Dauer, die ſich höchſtens auf 3 Min. 41 Sec. erſtrecken kan. Erſcheinen die Durchmeſſer der Sonne und des Monds genau gleich groß, ſo fällt genau die Spitze des Schattenkegels auf a, und die Finſterniß iſt daſelbſt total und central ohne Dauer. Endlich, wenn der ſcheinbare Durchmeſſer des Monds, wie in den meiſten Fällen, kleiner iſt als der der Sonne, ſo erreicht die Spitze des Schattens die Erde gar nicht, und die Finſterniß iſt bey a ringförmig.

Während der Finſterniß bewegt ſich nicht allein der Mond von A durch C nach B, ſondern es dreht ſich auch die Erde nach eben derſelben Richtung, nemlich nach MaN um ihre Axe. Iſt nun der Mond in A, ſo berührt der öſtliche Rand ſeines Halbſchattens die Erde zuerſt bey i, und der Ort, welcher gerade zu der Zeit bey i in die erleuchtete Halbkugel der Erde kömmt, ſieht unter allen zu-

erſt die Sonne beym Aufgange an ihrem weſtlichen Rande durch den Vortritt des öſtlichen Mondrands g verfinſtert werden. Nun geht der Mondſchatten über i o, und wenn der Mond nach C kömmt, ſo bedeckt er die Sonne für die Länder um a gerade um die Zeit des Mittags. Wenn endlich der Mond in B anlangt, ſo verläßt der weſtliche Rand ſeines Halbſchattens bey K die Erde, und der Ort, welcher alsdann bey K in die dunkle Hälfte der Erde geht, iſt der letzte unter allen, der gerade bey Sonnenuntergang die Finſterniß ſich endigen, und den weſtlichen Mondrand h den öſtlichen Sonnenrand K verlaſſen ſieht. So läuft der Mondſchatten vom Abend gegen Morgen über die Erdfläche fort; die weſtlichen Länder ſehen die Sonne früher verfinſtert als die öſtlichen, und ein ſehr großer Theil der Erdfläche ſieht gar keine Verfinſterung, ob er gleich die Sonne über dem Horizonte hat.

Man wird hieraus ſchon abnehmen, daß die Theorie und Berechnung einer Sonnenfinſterniß, ſowohl als Erdfinſterniß allgemein für die ganze Erde (eclipſis ſolis generalis), als auch für einzelne Orte, weit ſchwerer, als die Berechnung der Mondfinſterniß, ausfallen müſſe. Sie wird inzwiſchen ſehr erleichtert, wenn man ſich die Eklipſe als Erdfinſterniß vorſtellt, und den Zuſchauer über der Erde in einen dazu ſchicklichen Punkt ſtellt, wobey man nachher die künſtliche Erdkugel und die Zeichnung zu leichterer Beſtimmung der Reſultate gebrauchen kan. Hiezu findet man Anweiſungen bey **de la Lande** (Aſtron. Handbuch, §. 640. u. f.), **Bode** (Kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde, Zweyter Theil. §. 549. u. f.) und in andern aſtronomiſchen Lehrbüchern. Die Umſtände der Erdfinſterniß aber durch bloße Rechnung zu finden, iſt eine Arbeit, die die Geduld auch des geübteſten Rechners ermüden könnte. **Ge. Matthias Boſe** hat ſie in einer akademiſchen Schrift (Eclipſis terrae 1733. d. $\frac{2}{13}$ Maii. Lipſ. 1733. 4.) mit ungemeiner Mühſamkeit umſtändlich ausgeführt. Kürzer iſt die Berechnung, wenn man eine ſolche Begebenheit blos als Sonnenfinſterniß für einen beſtimmten Ort der Erde betrachtet. Alsdann berechnet man ſie zuerſt aus den Ta-

ſeln für den Mittelpunkt der Erde, faſt wie die Mondfin-ſterniß, bringt dann die Zeitangaben auf den Meridian des Orts, unterſucht, was in den merkwürdigſten Zeitpunkten der Begebenheit Sonne und Mond für Höhen über dem Horizonte dieſes Orts, mithin für Parallaxen haben, wie viel alſo die Parallaxen jeden dieſer Körper in dieſen Zeit-punkten niedriger darſtellen, wodurch ſich denn die Erſchei-nungen der Finſterniß für den verlangten Ort ergeben. Von einer ſolchen Berechnung hat **Reccard** ein ſchönes Bey-ſpiel für Berlin gegeben (Abhandlung von der großen Son-nenfinſterniß den 1 Apr. 1764. von G. C. **Reccard**, Ber-lin, 1763. Zweyte Auflage, 1764. 4.). Nach gemachter Berechnung für die vornehmſten Zeitpunkte läßt ſich eine Zeichnung entwerfen, welche die Finſterniß ſinnlicher dar-ſtellt, und die Data für die Zwiſchenzeiten leicht angiebt.

Nur diejenigen Neumonde ſind mit Sonnenfinſterniſ-ſen begleitet, bey welchen der Mond nicht allzuweit von einem ſeiner Knoten entfernt iſt. Die Theorie lehrt, daß keine Sonnenfinſterniß mehr möglich ſey, wenn der Mond bey ſeiner Zuſammenkunft mit der Sonne über 21 Grad vom Knoten abſtehet, daß hingegen gewiß eine an irgend einem Orte der Erde erfolge, wenn er weniger als 15 Grad vom Knoten entfernt iſt. Dieſe Grenzen erſtrecken ſich weiter, als die für die Mondfinſterniſſe; daher es über-haupt genommen mehr Erdfinſterniſſe als Mondfinſterniſſe geben muß, nur daß die erſtern nicht an ſo vielen Orten ſichtbar ſind. Es kan ſich ſogar ereignen, daß zween Neumonde hinter einander mit Sonnenfinſterniſſen beglei-tet ſind. Denn zween auf einander folgende Neumonde fallen in Punkte des Thierkreiſes, die 30° von einander ent-fernt ſind, und ſo kan der erſte z. B. 15° vor dem Knoten, der andere 15° hinter dem Knoten fallen, welches beydes in-nerhalb der Grenzen fällt, da Sonnenfinſterniſſe möglich ſind. So werden im Jahre 1790 die beyden Neumonde vom 14 April und 13 May, und wiederum die vom 8 Oct. und 6 Nov. ſämmtlich mit partialen Sonnenfinſterniſſen be-gleitet ſeyn. Bey den Mondfinſterniſſen kan dies niemals ſtatt finden, weil ſich die Grenze des Abſtands vom Knoten,

für welche noch eine Finſterniß möglich iſt, bey dieſen nur bis 13 Grad erſtreckt.

Die Beobachtung einer Sonnenfinſterniß beſtehet darinn, daß man nach einer genauen Uhr den Augenblick des Anfangs und Endes derſelben genau bemerkt, von Zeit zu Zeit die Größe des verfinſterten Theils, welche wie beym Monde, in Zollen und Minuten angegeben wird, mißt, und überhaupt den ſcheinbaren Weg der Mondſcheibe durch die Sonne ſo genau als möglich, zu beſtimmen ſucht. Weil ſich hiebey der dunkle Mondrand auf dem hellen Sonnenteller ſehr deutlich und wohlbegrenzt zeiget, ſo ſind dieſe Beobachtungen weit zuverläßiger und höher zu ſchätzen, als die der Mondfinſterniſſe.

Daher werden dieſe Beobachtungen von den Aſtronomen ſo oft als möglich angeſtellt, und theils zu Berichtigung der Tafeln, theils aber auch zur Beſtimmung des Unterſchieds der geographiſchen Länge zweener Orte genützt. Zu der letztern Abſicht dienen ſie mit ganz vorzüglicher Sicherheit; nur erfordern ſie noch ziemlich weitläuftige Berechnungen, um die an beyden Orten beobachtete ſcheinbare Berührung des Sonnen- und Mondrandes auf eine wahre oder aus dem Mittelpunkte der Erde geſehene zu reduciren, aus welcher ſich alsdann erſt auf den Unterſchied der Längen ſchließen läßt.

Allgemeine Bemerkungen über Sonnen- und Mondfinſterniſſe.

Die Verfinſterungen der Sonne und des Monds kehren, wie alle Himmelsbegebenheiten, in gewiſſen Perioden wieder. Man kan ſchon nach einer Finſterniß von anſehnlicher Größe erwarten, daß ſich im folgenden Jahre, 11 Tage früher, wiederum eine, aber von geringerer Größe, zeigen werde. Denn da 12 Mondenmonate nur 354 Tage ausmachen, ſo fallen die Neu- und Vollmonde im folgenden Jahre 11 Tage früher, ſ. **Epakte**, und der dreyzehnte trift etwa 11° weit von der Gegend des Thierkreiſes, in welcher der Knoten im vorigen Jahre ſtand, wenn im erſten eine

Finſterniß war. Es gehen aber die Mondsknoten jährlich um 19° zurück; alſo iſt der Knoten im folgenden Jahre über die vorerwähnten 11° noch 8° weiter zurück, und der Neu- oder Vollmond iſt jetzt 8° vom Knoten, wenn er das Jahr vorher im Knoten ſelbſt war. Daher iſt die Finſterniß kleiner. Im folgenden Jahre iſt die Entfernung 16°, daher die Mondfinſterniß ſchon ganz wegfällt, die Sonnenfinſterniß aber noch möglich bleibt. So fallen nach einander Sonnenfinſterniſſe: d. 15 Jun. 1787, d. 4 Jun. 1788, d. 24 May 1789, den 13 May 1790 immer im folgenden Jahre ungefähr 11 Tage früher, als im vorigen. Die erſte iſt von geringer Größe, die v. 1788 iſt central, die letztern ſind wiederum geringer. Mondfinſterniſſe fallen: den 9 May 1789, den 29 Apr. 1790 eine gänzliche, den 18 April 1791.

Eine ſehr merkwürdige Periode der Rückkehr der Finſterniſſe iſt die **Halleyiſche** oder **Plinianiſche** von 223 Mondenmonaten, oder $6585\frac{1}{3}$ Tagen, welche 18 Jahre und 11 Tage (oder, wenn in dieſen 18 Jahren 5 Schaltjahre fallen, 10 Tage) und 8 Stunden ausmachen. Während dieſer Zeit ſind die Knoten des Monds, welche jährlich 19° 19' zurückgehen, etwa um 349° 20' fortgegangen, alſo noch 10° 40' vorwärts von ihrer Stelle im Anfang der Periode entfernt. Die Sonne ſelbſt aber hat 18 Umläufe vollendet, und in den 10 Tagen noch etwa 10° 40' vorwärts zurückgelegt: ſie ſteht alſo gegen den gleich weit fortgerückten Mondsknoten faſt eben ſo, wie im Anfange der Periode. Der Mond hat 223 Mondwechſel genau vollendet, und ſteht alſo wieder eben ſo, wie im Anfange; daher am Ende der Periode wieder eine Finſterniß erfolgen muß, wenn es eine im Anfange derſelben gab, weil Sonne, Mond und Mondsknoten eben dieſelbe Stellung haben. **Halley**, von welchem auch dieſe Periode benannt worden iſt, ſagte vermittelſt derſelben die Sonnenfinſterniß den 2 Jul. 1684. voraus, weil den 22 Jun. 1666 eine beobachtet worden war. Nach einer beträchtlichen Finſterniß aber werden die nächſten nach 18 Jahren immer kleiner, bis ſie endlich ganz außenbleiben.

Es iſt gewiß, daß dieſe Periode ſchon den Chaldäern unter dem Namen **Saros** bekannt geweſen ſey. **Ptolemäus** (Almag. IV. 29.) führt aus dem Hipparchus an, die alten Aſtronomen hätten ſie erfunden, und um volle Tage zu haben, die 6585⅓ mit 3 multiplicirt, woraus eine Periode von 669 Mondenmonaten oder 19756 Tagen entſtanden ſey. Nun ſagt aber **Geminus** (Elem. aſtr. c. 15.) ausdrücklich, die Periode von 669 Monaten ſey chaldäiſchen Urſprungs. Ueberdies führt **Svidas** im Wörterbuche unter dem Worte Saros nach der Berichtigung des **Pearſon** (Expoſ. ſymb. apoſtol. Lond. 1683. f. 59.) an, der Saros ſey ein chaldäiſches Zeitmaaß, das aus 222 Mondenmonaten oder 18 Jahren und 6 Monaten beſtehe. **Halley** (Philoſ. Trans. no. 194. ann. 1691.) zeigt zwar, daß dieſe Angabe fehlerhaft, und 223 Monate für 222 zu leſen ſey; allein die Stelle iſt doch hinlänglich, die Bekanntſchaft der Chaldäer mit dieſer Periode zu erweiſen. Die unter den Alten erwähnten Vorherverkündigungen der Finſterniſſe ſind gewiß blos vermittelſt dieſer, oder einer andern ähnlichen Periode geſchehen. Auch **Plinius** gedenkt derſelben (Hiſt. nat. II. 13.) mit den Worten: Defectus Solis et Lunae ducentis viginti tribus menſibus redire in ſuos orbes certum eſt, welche Stelle **Halley** ebenfalls aus Manuſcripten berichtiget, und daher dieſe Periode die **Plinianiſche** genannt hat. (Man ſ. hierüber *Weidler* Hiſt. aſtr. Cap. III. §. 18. und **Bailly** Geſchichte der alten Sternkunde, a. d. Frz. Zweyter Band. Leipzig, 1777. gr. 8. S. 172. u. f.)

Eben dieſes leiſten die Perioden von 716, von 3087, 6890, 9977 ꝛc. Mondenmonaten; jede folgende immer genauer, als die vorhergehenden.

Die Berechnung ſowohl der vergangenen als der zukünftigen Finſterniſſe aus den aſtronomiſchen Tafeln iſt allerdings ſehr mühſam. **Lambert** hat ſeine großen Talente für die Conſtruction zur Erleichterung dieſer Bemühungen angewendet, und ſchon 1765 zu Berlin die Beſchreibung einer ekliptiſchen Tafel herausgegeben, wo man

auf einem Kupferſtiche die Umſtände jener Finſterniß durch Abmeſſen beſtimmen kan. Vollſtändiger findet man dieſe Tafel im zweyten Theile ſeiner Beyträge zum Gebrauch der Mathematik (Berlin, 1770. 8. no. XII.), und noch weiter ausgeführt in des unglücklichen Wasers hiſtoriſch-diplomatiſchem Jahrzeitbuche (Zürich, 1779. auf 29 Folioblättern).

Ich will noch einige Sätze von den Finſterniſſen beyfügen, welche die angeführte lambertiſche Tafel ſogleich durch den Augenſchein beweiſet. Die Anzahl der Finſterniſſe in einem Jahre kan höchſtens bis auf 7 ſteigen, und alsdann treffen dieſelben im Jänner, Junius, Julius und December ein. Ein Beyſpiel gab das Jahr 1787 mit 4 Sonnen- und 3 Mondfinſterniſſen. In jedem Jahre müſſen wenigſtens zwey Sonnenfinſterniſſe einfallen; Mondfinſterniſſe können gänzlich fehlen, wie 1788. Je größer die Sonnenfinſterniſſe in einem Jahre ſind (nemlich aus dem Mittelpunkte der Erde betrachtet), deſto kleiner ſind die Mondfinſterniſſe, und umgekehrt. Wenn eine totale Mondfinſterniß einfällt, ſo ſind gemeiniglich beyde Neumonde, der vorhergehende und nachfolgende, mit Sonnenfinſterniſſen, aber von geringer Größe, begleitet. Im Jahre 1790 z. B. fallen totale Mondfinſterniſſe den 29 April und 23 October: die nächſten Neumonde vor und nachher, den 14 April, 13 May, 8 Oct. und 6 Nov. haben kleine Sonnenfinſterniſſe. Fallen hingegen centrale Sonnenfinſterniſſe ein, ſo ſind die Neumonde vor und nachher ganz ohne Mondfinſterniß.

Die aſtronomiſchen Kalender und Ephemeriden, z. B. Herrn Bode aſtronomiſches Jahrbuch, geben zur Bequemlichkeit der Aſtronomen die Finſterniſſe eines jeden Jahres mit ihren Umſtänden genau berechnet an. Ein Verzeichniß aller bis zu Ende dieſes Jahrhunderts einfallenden Finſterniſſe hat Herr Bode (Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels. Dritte Aufl. Berlin 1777. gr. 8. S. 453. u. f.) mitgetheilt.

Verfinſterungen der Trabanten oder Nebenplaneten.

Der Planet Jupiter wird von vier, Saturn von fünf Monden, Trabanten oder Nebenplaneten begleitet, ſ. **Nebenplaneten**, welche eben ſo, wie die Hauptplaneten, an ſich dunkle Körper ſind, und blos von der Sonne erleuchtet werden. Wenn nun dieſe Nebenplaneten bey ihrem beſtändigen Umlauf um den Hauptplaneten in den Schatten des letztern kommen, ſo ereignen ſich **Trabantenverfinſterungen** (Eclipſes Satellitum, *Eclipſes des Satellites*). Wir haben hier blos von den Verfinſterungen der Jupitersmonden zu handeln, weil ſie die einzigen ſind, welche man beobachten kan.

Die Jupitersmonden laufen ſehr geſchwind um ihren Hauptplaneten, ihre Bahnen ſind nur unter ſehr kleinen Winkeln gegen die Bahn des Jupiters und gegen die Eklip-tik geneigt, und ihre Größe iſt ſehr gering gegen die Größe des Jupiters und gegen den Durchmeſſer ſeines Schattenkegels. Dieſe Umſtände verurſachen, daß die Jupitersmonden bey jedem Umlaufe den Schatten ihres Hauptplaneten durchſchneiden müſſen, daher die Verfinſterungen derſelben ſehr häufig ſind. Im Jupiter ſelbſt müſſen ſie ſich als Mondfinſterniſſe zeigen. Gehen aber die Monden zwiſchen dem Jupiter und der Sonne hindurch, ſo können ſie auch ihren Schatten auf den Hauptplaneten werfen, und Sonnenfinſterniſſe auf ihm verurſachen, wobey wir auf der Erde die Schatten der Trabanten als dunkle runde Flecken über die Scheibe des Jupiters rücken ſehen.

Wenn die Erde zur Zeit der Conjunction oder Oppoſition des Jupiters mit der Sonne, nach Taf. IX. Fig. 30. in C oder D ſteht, ſo liegt der Schatten des Jupiters für uns gerade hinter ihm, wird unſerm Auge von ihm verdeckt, und wir ſehen mehrere Tage nach einander eben ſo wenig den **Eintrit** (*Immerſion*) bey e, als den **Austritt** (*Emerſion*) der Monden bey m, in und aus dem Schatten. Rückt die Erde weiter von C nach B, ſo wird Jupiter in den Frühſtunden ſichtbar, und man fängt an die rechte oder Weſt-

ſeite des Schattens zu ſehen, an welcher die Eintritte in e geſchehen. In B, wenn Jupiter faſt um 90° von der Sonne S abſteht, und früh um 6 Uhr culminirt, iſt dies am merklichſten. Indem die Erde von B nach D läuft, rückt der Schatten allmählich wieder hinter den Körper des Jupiters. In D ſelbſt, wo Jupiter der Sonne entgegen geſetzt iſt, und um Mitternacht culminirt, ſieht man wiederum weder Eintritte noch Austritte. Kömmt die Erde gegen A, ſo wird Jupiter Abends ſichtbar, und der Schatten zeigt ſich linker Hand oder oſtwärts vom Jupiter, daß alſo jetzt blos die Austritte der Monden bey m ſichtbar ſind. Dies wird am merklichſten in A, wo Jupiter Abends um 6 Uhr culminirt. Läuft endlich die Erde von A bis C, ſo tritt der Schatten nach und nach wieder hinter den Jupiter, bis um C dieſer Planet ſelbſt mit der Sonne zuſammen kömmt, und in den Sonnenſtralen verſchwindet. Alſo ſieht man von der Conjunction bis zur Oppoſition nur die Eintritte, von dieſer bis zu jener nur die Austritte. Dies gilt wenigſtens für den erſten und zweyten Jupitersmond. Von dem dritten und vierten aber, welche weiter vom Jupiter abſtehen, werden, vornehmlich bey A und B, ſowohl die Ein- als Austritte geſehen, und in gewiſſen Lagen gegen die Ekliptik ſieht man dieſelben ſogar um C und D, wobey der Schatten ſowohl, als der Mond, oberhalb oder unterhalb des Jupiters zu ſtehen ſcheint.

Da die Verfinſterungen der Jupitersmonden wirkliche Beraubungen des Lichts ſind, ſo müſſen ſie allen Orten der Erde zu gleicher Zeit und auf gleiche Weiſe erſcheinen, und ſind daher, als Merkmale gleichzeitiger Augenblicke, zu Erfindung des Unterſchieds der geographiſchen Längen ſehr bequem zu gebrauchen, ſ. **Länge, geographiſche.** Man kan ſie mit Hülfe des ſogenannten **Jovilabiums** leicht vorher wiſſen, und dann die nähern Umſtände aus den ſehr genauen Tafeln des Ritter **Wargentin**, die ſich in der berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln finden, ohne große Mühe berechnen. Zu noch mehrerer Bequemlichkeit der Aſtronomen ſind ſie in den aſtronomiſchen Ephemeriden und Kalendern ſchon berechnet angegeben.

Die Beobachtung dieſer Verfinſterungen kömmt darauf an, daß man den Augenblick der Verſchwindung oder der erſten Wiedererſcheinung des Trabanten nach einer genauen Uhr bemerkt, und in wahrer Sonnenzeit ausdrückt. Die Jupitersmonden ſind zwar ſchon durch mittelmäßige Fernröhre von 2 bis 3 Fuß ſichtbar: aber ihre Verfinſterungen zu beobachten, wird doch wenigſtens ein 12füßiges gemeines Fernrohr, oder ein an Wirkung dieſem gleich kommendes Spiegelteleſkop oder achromatiſches Fernrohr erfordert. Es miſcht ſich aber auch in dieſe Beobachtungen viel Ungewißheit. Längere Fernröhre, welche ſtärker vergrößern, zeigen den größtentheils verdunkelten Mond noch, wenn man ihn mit ſchlechtern Fernröhren ſchon aus den Augen verlohren hat; d. h. ein beſſeres Fernrohr zeigt die Eintritte ſpäter, die Austritte eher an. Nach de l' Isle (Comm. Acad. Petrop. To. I. p. 472.) hat dieſer Unterſchied bey zweyen Fernröhren, einem von $20\frac{1}{2}$ und einem von 15 Fuß bisweilen 6 bis 7 Sec. betragen. Es iſt alſo nöthig, bey jeder Beobachtung die Beſchaffenheit des Fernrohrs mit anzugeben. Auch kömmt es auf Jupiters Höhe an, ob nemlich das Licht des Trabanten von der Luft, durch die es gehen muß, mehr oder weniger geſchwächt wird. Der P. Hell (Ephemerides Aſtr. ann. 1764. p. 188.) hat Vorſchriften gegeben, wie die Verfinſterungen der Jupiterstrabanten bey aller Verſchiedenheit der Fernröhre dennoch genauer zu beobachten, und ſicherer als ſonſt, zu Beſtimmung der Längen zu gebrauchen ſind.

de la Lande Aſtronomiſches Handbuch, aus d. Frz. überſ. Leipzig, 1775. gr. 8. Fünftes Buch. §. 600. u. f.

J. E. Bode kurzgefaßte Erläuterungen der Sternkunde, Berlin, 1778. 8. Erſter Theil, §. 436. Zweyter Theil, §. 613. u. f.

Käſtners Anfangsgr. der angewandten Math. zweyte Abtheilung, Dritte Aufl. Göttingen 1781. 8. Aſtronomie, §. 300 — 302. Geographie, §. 35.

Firmament, Gewölbe des Himmels, Firmamentum, Coelum, *Firmament.* Man giebt dieſen Namen bisweilen dem blauen Gewölbe, das vom Horizonte begrenzt über der Erde und über unſerm Haupte erſcheint,

und an welchem Sonne, Mond und Sterne gleichſam angeheftet zu ſeyn ſcheinen. Dies alles iſt freylich bloße Erſcheinung. Die Geſtalt des Firmaments iſt um den Scheitelpunkt eingedrückt, ob ſie gleich in der Sternkunde als die innere Fläche einer Halbkugel angeſehen wird. Man ſ. hievon den Artikel: **Himmel.**

Fix, Fixum, *Fixe.* Dieſes Wort wird in zwiefacher Bedeutung gebraucht. Einmal heißt es ſo viel, als **gebunden**, mit der Maſſe eines Körpers feſt vereinigt und zu den Beſtandtheilen deſſelben gehörig. So nannte man anfänglich die Luft, welche ihre elaſtiſche Form verlohren hatte, und zu einem Beſtandtheile feſter oder flüßiger Körper geworden war, fixe Luft, und ließ ihr dieſen Namen noch, wenn man ſie gleich wieder aus den Körpern gezogen, und ihre elaſtiſche Form hergeſtellt hatte; bis endlich der Name der fixen Luft einer beſondern Gattung eigen geworden iſt, ſ. **Gas, mephitiſches.**

Dann aber heißt auch **fix** ſo viel als feuerbeſtändig, z. B. fixes Laugenſalz ꝛc. und wird dem volatilen oder flüchtigen entgegen geſetzt, ſ. **Feuerbeſtändig.**

Fixe Luft, ſ. **Gas, mephitiſches.**

Fixſterne, Stellae fixae, *Etoiles*, *Etoiles fixes.* Dieſen Namen führt die unzählbare Menge derjenigen Sterne, welche ihre Stellungen gegen einander nicht ändern (wenigſtens nicht merklich ändern), mit einem funkelnden oder zitternden Lichte ſcheinen und ſelbſt durch die beſten Fernröhre keinen ſcheinbaren Durchmeſſer zeigen. Ihnen werden die **Planeten** oder Irrſterne entgegengeſetzt, welche ihre Stellung gegen die Fixſterne täglich ändern, durch die Fernröhre als runde Scheiben erſcheinen, und mit einem ruhigern nicht funkelnden Lichte glänzen.

Die Fixſterne werden nach der Stärke ihres Lichts unter ſechs und mehrere Ordnungen gebracht, ſo daß die hellſten unter ihnen **Sterne der erſten**, die dieſen zunächſt folgenden **Sterne der zweyten**, die nächſt kleinern **der dritten** u. ſ. w. **Größe** heißen. Das bloße Auge erkennt

nur noch die von der ſechſten Größe: die übrigen heißen **teleſkopiſche**, weil ſie blos durch Fernröhre ſichtbar ſind. Dieſe Sterne ſind haufenweiſe unter bildliche Vorſtellungen von menſchlichen, thieriſchen und andern Figuren gebracht, ſ. **Sternbilder**, auch ſind vielen von ihnen eigne Namen beygelegt worden. Zu ihnen gehören auch die **Milchſtraße** und die **Nebelſterne**, wovon wir unter beſondern Artikeln handeln werden. Der neuern Sternkunde zu Folge gehört auch die **Sonne** zu den Fixſternen.

Die Fixſterne werden ſelbſt von den beſten Fernröhren nicht vergrößert, ſondern zeigen ſich als untheilbare Punkte ohne einigen merklichen Durchmeſſer. Vielmehr wird ihnen durch die Fernröhre das ſtarke Licht benommen, durch das ſich ihr Bild auf der Netzhaut ausbreitet, und ſie erſcheinen daher noch kleiner, als ſie dem bloßen Auge vorkommen. Von dieſem geringen Durchmeſſer und ihrem gleichwohl ſtarken Glanze rührt auch ihr Funkeln oder Blinkern her, ſ. **Funkeln**. Die verſchiedene Stärke ihres Lichts hängt wahrſcheinlich von ihren verſchiedenen Größen und Entfernungen von uns ab.

Man zählt gewöhnlich nicht mehr, als 15 Sterne der erſten Größe, obgleich einige noch 4 hinzufügen, die aber richtiger zur zweyten Größe gerechnet werden. Vier davon ſtehen im Thierkreiſe: **Aldebaran** oder das **Stierauge** im Stier, **Regulus** oder das **Löwenherz** im Löwen, die **Kornähre** (Spica virginis) in der Jungfrau, und **Antares** oder das **Scorpionherz** im Scorpion. Drey befinden ſich in der nördlichen Halbkugel des Himmels: **Arcturus** im Bootes, die **Ziege** oder **Capella** im Fuhrmann, und **Wega** (lucida lyrae) in der Leyer. Die ſüdliche Halbkugel enthält acht Sterne erſten Größe: **Beteigeuze** an der Schulter und **Rigel** im Fuße des Orions, **Acarnar** am ſüdlichen Ende des Eridanus, den **Hundsſtern** oder **Sirius** (Canicula) im großen Hunde, **Procyon** im kleinen Hunde, **Somahand** am Maul des ſüdlichen Fiſches, **Canopus** im Schif Argo, und einen im Centaur. Einige Aſtronomen haben noch den Löwenſchwanz, den hellen Stern im Adler, den im Schwanze des Schwans

und das Herz der Waſſerſchlange hinzugeſezt, die aber kaum zur erſten Größe gerechnet werden können.

Obgleich die Fixſterne ihre Stellen gegen einander nicht merklich ändern und von der Feſtigkeit oder Unbeweglichkeit ihren Namen führen, ſo ſind ſie doch keinesweges ohne ſcheinbare Bewegungen. Fürs erſte folgen ſie der gemeinen oder täglichen Bewegung, und durchlaufen in einem Zeitraume, den man den **Sterntag** nennt, Tagekreiſe, welche mit dem Aequator parallel laufen. Die Alten hielten dieſe Bewegung für wirklich, ſchrieben ſie dem ganzen Firmamente oder der Sphäre ſelbſt zu, und glaubten, daß die Fixſterne an dieſer Sphäre befeſtiget wären. Die neuere Sternkunde aber, welche die tägliche Bewegung richtiger aus der Umdrehung der Erdkugel herleitet, giebt uns von der Größe der Fixſterne und des Weltgebäudes ganz andere und weit erhabnere Begriffe.

Dann ſcheinen auch ſämtliche Fixſterne mit der Ekliptik parallel von Zeit zu Zeit fortzurücken, ſo daß zwar ihre Breite ungeändert bleibt, ihre Länge aber jährlich um 50 Sec. und 20 Tertien, oder in 72 Jahren um einen Grad zunimmt, wodurch ſie binnen 25748 Jahren eine völlige Umdrehung um die Pole der Ekliptik vollenden müſſen. Aber auch dieſe Bewegung iſt blos ſcheinbar, und rührt von einem Fortrücken der Nachtgleichen her, wovon man den Artikel: **Vorrücken der Nachtgleichen** nachſehen kan.

Eine andere ſcheinbare Bewegung der Fixſterne, nach welcher ſie jährlich kleine Ellipſen, deren Axe 40 Sec. beträgt, zu beſchreiben ſcheinen, iſt nebſt ihrer Urſache bey dem Worte: **Abirrung des Lichts** erklärt worden. Die Veränderungen der Schiefe der Ekliptik (ſ. **Schiefe der Ekliptik**) verurſachen Veränderungen in der Breite der Fixſterne, und das Wanken der Erdaxe (ſ. **Wanken der Erdaxe**) veranlaßt, daß ſie binnen 18 Jahren und 8 Mon. kleine Kreiſe von 18 Sec. Durchmeſſer zu durchlaufen ſcheinen.

Außer dieſen Bewegungen, welche alle blos ſcheinbar, und eigentlich Bewegungen der Erdkugel ſind, zeigen aber einige Fixſterne auch **eigne** oder wirkliche, wiewohl ſehr lang-

ſame Veränderungen ihres Orts, wie man durch Vergleichung der neuern Beobachtungen mit den ältern unwiderſprechlich dargethan hat. Halley (Phil. Trans. 1718. no. 355.) hat zuerſt auf dieſe Art eigne Bewegungen an einigen großen Fixſternen, dem Aldebaran, Arctur und Sirius entdeckt, welche ſeit Ptolemäus Zeiten um einen halben Grad weiter nach Süden gerückt ſchienen. Caſſini, Richer, le Monnier und Bradley ſetzten dieſe Beobachtungen fort, und fanden aus Vergleichungen der ihrigen mit den von Tycho, Picard, de la Hire und Flamſtead angeſtellten, daß Arctur wirklich in 66 Jahren um 2½ Min. nach Süden fortrücke, beym Sirius aber dieſe Bewegung nach Süden ſeit Tychons Zeiten erſt 2 Min. ausmache. Caſſini fand auch eigne Bewegungen an den Sternen Beteigeuze, Rigel, Regulus, Capella und am hellen im Adler. Tobias Mayer (De motu fixarum proprio in *Tob. Mayeri* Opp. ined. cura *G. C. Lichtenberg*. Gott. 1775. 4 maj. Vol. I. no. 6.) liefert ein Verzeichniß von mehr als 70 Sternen, von welchen ſich aus Vergleichung ſeiner Beobachtungen mit ältern von Römer und de la Caille ſchließen läßt, daß ſie eine eigne Bewegung haben.

Der churpfälziſche Aſtronom, Chriſtian Mayer zu Mannheim hatte nebſt ſeinem Gehülfen Herrn Mezger mit ganz vorzüglichem Fleiße die Lagen der kleinen, oft nur durch gute Fernröhre ſichtbaren, Sterne unterſucht, welche ſich in der Nachbarſchaft der größern Fixſterne befinden. Er hatte ſich dazu des Mikrometers bedient, und durch dieſe Methode in den Lagen dieſer kleinen Sterne gegen den größern Fixſtern mancherley Veränderungen wahrgenommen. Dieſe Beobachtungen ſind ſchätzbar, und beſtätigen, daß auch an kleinern Sternen eigne Bewegungen gefunden werden. Mayer aber ließ ſich verleiten, dieſe kleinen Sterne für Begleiter oder Trabanten der größern, ja ſogar für Planeten derſelben oder für dunkle Körper, die ihr Licht von dem großen Fixſtern empfiengen, zu halten — eine Behauptung, welche viel Aufſehen machte, der aber bald von den angeſehenſten Aſtronomen widerſprochen ward. Mayer ſuchte ſich zwar zu vertheidigen (Chr. Mayers

Vertheidigung neuer Beobachtungen von Fixſterntrabanten. Mannheim, 1778. gr. 8. Ej. De novis in coelo ſidereo phaenomenis, in miris ſtellarum fixarum comitibus, in Commentat. Acad. Theodoro-Palatinae, Vol. IV. Phyſic. 1780. p. 259.), aber ohne Erfolg. Sehr gründlich iſt dieſes Vorgeben von einem Planetismus der kleinern Fixſterne durch Herrn Fuß in Petersburg widerlegt worden (Betrachtungen über die Fixſterntrabanten von Herrn Prof. Fuß, aus d. Franz. in **Bodens** aſtronomiſchem Jahrbuche für 1785.).

Dieſe eignen Bewegungen der Fixſterne haben neuerlich Herr **Herſchel** (On the proper motion of the Sun and ſolar Syſtem in den Philoſ. Trans. Vol. LXXIII.) und Herr **Prevoſt** (Mém. lus à l'acad. des Sc. de Berlin en Juill. et en Sept. 1783. par Mr. *Prevoſt.* à Berlin. 4.) als eine, wenigſtens zum Theil, **ſcheinbare** Bewegung zu betrachten angefangen. Sie glauben in den meiſten bisher gemachten Beobachtungen zu finden, daß die Fixſterne nach einer Gegend des Himmels zu mehr aus einander, nach der entgegengeſetzten aber mehr zuſammenrücken. Dem zu Folge ſchiene ſich unſere Sonne mit allen ihren Planeten und Kometen nach jener Gegend zu fortzubewegen, und von der entgegengeſetzten zu entfernen. Dieſe Bewegung richtet ſich nach **Herſchel** auf den Stern λ im Herkules, nach **Prevoſt** auf die nördliche Krone zu. Einige Nachrichten von dieſen Muthmaßungen finden ſich in Herrn **Bode** aſtronomiſchem Jahrbuche für 1786.

Die **Entfernung** der Fixſterne von der Erde iſt für uns im buchſtäblichen Verſtande des Worts **unermeßlich**, weil uns wegen ihrer Größe alle Mittel, ſie zu beſtimmen, gänzlich fehlen. Obgleich die Erde jährlich einen Kreis um die Sonne durchläuft, deſſen Durchmeſſer über 40 Millionen Meilen austrägt, und wir alſo gewiſſen Geſtirnen, z. B. dem Orion, im Winter um 40 Millionen Meilen näher, als im Sommer ſind; ſo iſt doch bey dieſem großen Unterſchiede der Nähe und Stellung nicht die geringſte Wirkung davon in der Größe oder Lage der Fixſterne wahrzunehmen. ſ. **Parallaxe der Erdbahn.** Das heißt: der ganze

Durchmeſſer der Erdbahn iſt gegen die Entfernung der Fixſterne nur eine unbeträchtliche Größe, und als ein Punkt anzuſehen. Wenn die Parallaxe der Erdbahn für den nächſten Fixſtern nur 1 Sec. betrüge, ſo würde daraus folgen, daß dieſer Stern von unſerer Sonne 206264mal weiter, als die Erde, entfernt ſey: jetzt, da ſie nicht einmal 1 Sec. beträgt, ſondern für uns ſchlechterdings unmerklich iſt, muß des nächſten Fixſterns Abſtand von der Sonne und von uns noch bey weitem größer ſeyn, und man kan gar nicht beſtimmen, wie weit er ſich erſtrecke.

Huygens (Coſmotheorus. Hag. Com. 1698. 4. L. II. p. 135. ſ.) machte einen Verſuch, die Entfernung des Sirius daraus einigermaßen zu ſchätzen, daß er ſeine ſcheinbare Größe und ſeinen Glanz mit der Größe und dem Glanze der Sonne verglich. Wenn er nemlich durch ein Rohr in die Sonne ſahe, deſſen kleine und mit einem mikroſkopiſchen Glaskügelchen verſehene Oefnung nur den 27664ſten Theil der Sonnenſcheibe zeigte, ſo ſchien ihm dieſer Theil an Größe und Licht dem Sirius gleich, und er folgerte hieraus, daß, wenn Sirius ſo groß als die Sonne ſey, er 27664mal weiter, als dieſe, von der Erde abſtehen müſſe. Dieſe Schätzung aber iſt viel zu gering: wäre des Sirius Abſtand nicht größer, ſo müßte für ihn eine Parallaxe der Erdbahn von 7 — 8 Sec. ſtatt finden. Uebrigens handeln von dieſer Methode auch **Gregory** (Elementa aſtr. phyſ. et geom. Lib. III. Prop. 60. 61.) und **Käſtner** (in **Smith's** vollſtändigem Lehrbegrif der Optik. S. 448.).

Aus dieſer großen Entfernung der Fixſterne erklärt es ſich, warum ſelbſt die beſten Fernröhre ihnen keine merkliche Größe geben, ſondern ſie nur als helle Punkte darſtellen. Ihr ſcheinbarer Durchmeſſer iſt allzuklein. Wäre er der jährlichen Parallaxe gleich, ſo müßte der wirkliche Durchmeſſer des Fixſterns dem Halbmeſſer der Erdbahn gleich ſeyn, welches nicht glaublich iſt. Mithin iſt wohl der ſcheinbare Durchmeſſer der Fixſterne noch weit kleiner, als die ſchon ganz unmerkliche Parallaxe. Auch verſchwinden Regulus, Aldebaran, die Aehre und Antares, wenn ſie vom Monde bedeckt werden, ſo ſchnell, und erſcheinen ſo

plötzlich wieder, daß man dadurch verſichert wird, ihr ſcheinbarer Durchmeſſer betrage noch bey weitem nicht 1 Secunde, ja kaum ¼ Sec. Mithin läßt ſich auch über die wahre Größe der Fixſterne nicht das Geringſte mit Zuverläßigkeit beſtimmen. Man darf ſie inzwiſchen wenigſtens eben ſo groß, als unſere Sonne, annehmen.

Da die Fixſterne ihrer unermeßlichen Entfernung und ihrer geringen ſcheinbaren Größe ungeachtet weit lebhafter leuchten, als die ſo nahen und ſo groß erſcheinenden Planeten, ſo kan ihr Licht nicht von der Sonne herkommen, es muß ihnen vielmehr eigen, d. i. ſie müſſen ſelbſt **Sonnen** ſeyn. Nach aller Wahrſcheinlichkeit iſt jede dieſer Sonnen mit Planeten umgeben, die von ihr erleuchtet und erwärmet und von vernünftigen, der Glückſeligkeit fähigen Geſchöpfen bewohnt werden. Wenigſtens können wir keine andere Abſicht der Fixſterne erdenken, die doch gewiß nicht darum allein geſchaffen ſind, um für uns Erdbewohner den nächtlichen Himmel zu ſchmücken.

Man vergleiche hiemit die zahlloſe Menge dieſer Sonnen. Ueber fünftauſend derſelben haben die Aſtronomen in ihre Verzeichniſſe gebracht; aber ſchon das bloße Auge bemerkt, daß ihre Anzahl weit höher ſteigt, und die Fernröhre beſtätigen dies in ſo hohem Grade, daß man durch ſie blos in der Gegend um den Gürtel und das Schwerdt des Orions über 2000 Fixſterne zählet. Der größte Theil der Nebelſterne beſteht aus ſogenannten Sternhäuflein, oder Sammlungen einer Menge kleiner Sterne. Endlich häufen ſie ſich in der Milchſtraße zu Millionen. Nimmt man hiezu noch die ungeheuren Entfernungen, um welche ſie von einander ſelbſt abſtehen müſſen, ſo erhält man von dem Umfange und der Größe der Schöpfung, und von der Macht, Weisheit und Güte ihres Urhebers Begriffe, die an Erhabenheit alles übertreffen, was die Einbildungskraft der Menſchen zu umfaſſen vermag, ſ. **Weltgebäude**, bey welchem Worte man über die Ordnungen und Lagen der Fixſterne gegen einander ſelbſt einige ſchöne Muthmaßungen finden wird.

Man hat bisweilen **neue** Fixſterne an Orten geſehen, wo vorher keine waren. **Hipparch** ward durch eine ſolche Erſcheinung 125 Jahr v. C. G. bewogen, ein Sternverzeichniß zu verfertigen. Das bekannteſte Beyſpiel iſt die Erſcheinung des neuen Sterns im Bilde der **Caſſiopea**, welcher ſich im November 1572 auf einmal mit einem Glanze zeigte, der das Licht des Sirius und ſelbſt des Jupiters übertraf, und am hellen Tage zu ſehen war. Er fieng vom December 1572 an abzunehmen, und ward endlich im März 1574 unſichtbar. **Tycho** (Progymnaſmata Aſtron. Frf. 1602. 4. L. I.) hat ihn ſehr fleißig beobachtet, und keine Parallaxe an ihm wahrgenommen. Einen faſt eben ſo glänzenden Stern beobachtete **Kepler** (De ſtella nova in pede Serpentarii. Prag. 1606. 4.) am Fuß des Schlangenträgers im Jahre 1604, der ebenfalls keine Parallaxe zeigte, und im folgenden Jahre wieder unſichtbar ward. Der jüngere **Caſſini** (Elemens d'Aſtron. p. 73.) führt noch mehrere ähnliche Beyſpiele von kleinern neuen Sternen an.

Andere Fixſterne, die man **wunderbare** oder **veränderliche** nennt, erſcheinen bald heller, bald dunkler, und verſchwinden wohl gar auf einige Zeit, halten aber doch bey dieſen Abwechſelungen ihres Lichts regelmäßige Perioden von beſtimmter Dauer. Im Sternbilde des Schwans allein ſind drey dergleichen veränderliche Sterne, die **Bayer** in ſeiner Uranometrie für unveränderlich gehalten, die erſten beyden mit χ und P bezeichnet, den dritten aber nahe am Kopfe des Schwans unter die ungebildeten geſetzt hat. Der merkwürdigſte iſt der mit χ bezeichnete. **Kirch** hat ſeine Lichtveränderungen 1686 zuerſt beobachtet; **Caſſini** (Mém. de l'Acad. roy. des Sc. 1759.) ſetzt die Periode derſelben auf 405 Tage. Am Halſe des Wallfiſches ward 1596 von **Fabricius** der veränderliche Stern (mira in collo Ceti) beobachtet, welchen Bayer o nennet, und der nach **Hevel** (Hiſtoria mirae ſtellae in collo Ceti. Gedan. 1662. fol.) binnen einer Periode von 11 Monaten von der dritten Größe bis zum Verſchwinden ab-, und dann nach der Wiedererſcheinung wieder bis zur dritten Größe zunimmt. Neuerlich hat **Goodricke** in England eine merkwürdige

Lichtabwechſelung an dem hellen Stern **Algol** im Haupte der Meduſe entdeckt, deren Dauer nur 2 Tage 21 Stunden oder 69 Stunden iſt. Mit Ablauf dieſer Zeit wird der Stern, der eigentlich von der zweyten Größe iſt, allemal auf die vierte herunter geſetzt. Hiezu braucht er aber nur 7 Stunden Zeit, nemlich 3½ Stunden, um abzunehmen, und 3½ Stunden, um ſeine vorige Größe wieder zu erhalten. Die übrigen 62 Stunden bleibt er von der zweyten Größe. Durch neuere Beobachtungen des Herrn Grafen **von Brühl** iſt die Periode des Wiederkehrens dieſer Lichtabnahme auf 2 Tage 20 St. 48 Min. 51 Sec. 16 Tert. geſetzt worden. (Man ſ. **Bode** aſtronom. Jahrbuch für 1786, Num. 18. 19.; für 1788. Num. 13.) Aehnliche Lichtabwechſelungen zeigen β der Leyer, und η des Antinous (Phil. Trans. Vol. LXXV. P. I. no. 7. 9.).

Auch ſind ſeit den Zeiten der ältern Aſtronomen unläugbar bleibende Veränderungen in der Lichtſtärke der Sterne vorgegangen. Den hellen Stern des Adlers rechnet **Ptolemäus** zur dritten Größe; er iſt aber jetzt ſo hell, daß ihm einige die erſte Größe beylegen. Den Stern δ des großen Bären geben **Tycho** und **Bayer** von der zweyten Größe an, jetzt iſt er ſo dunkel, daß man ihn zur vierten rechnen muß. Die berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln (Berlin 1776. III. B. gr. 8. im erſten Bande, S. 212. u. f. Taf. XV.) giebt ein vollſtändiges Verzeichniß der bisher bemerkten neuen und veränderlichen Sterne.

Es iſt ſchwer, die Urſachen dieſer Veränderungen anzugeben. Der **P. Bouillaud** erklärte die periodiſchen Lichtabwechſelungen dadurch, daß er die Fixſterne, die dergleichen zeigen, für **halbe Sonnen** (ſoles dimidiatos) annahm, deren eine Helfte leuchtend, die andere dunkel ſey, und die ſich um ihre Axe drehten. Herr **von Maupertuis** (Diſcours ſur les differentes figures des aſtres, à Paris. 1732. 8. auch in Oeuvres de Maupertuis, à Lion. 1768. To. IV. 8. To. I.) glaubt, dieſe Sterne hätten durch eine ſchnelle Umdrehung um ihre Axe eine ſehr platte tellerförmige Geſtalt bekommen, und ein großer Planet derſelben ändere die Richtung ihrer Axe ſo, daß ſie uns bisweilen die

platte Seite, bisweilen die ſchmale Kante zukehrten, und im letztern Falle mit ſehr ſchwachem Lichte ſchienen oder gar verſchwänden. Dieſe Hypotheſe erklärt viel, iſt aber auch ſehr gekünſtelt. Natürlicher läßt ſich z. B. die Lichtabwechſelung des Algol daraus begreiflich machen, daß dieſe Sonne an einer gewiſſen Stelle, die aller 69 Stunden gegen uns zugekehrt iſt, große dunkle Flecken hat, oder daß ein großer Planet um ſie läuft, der uns um dieſe Zeit allemal einen Theil ihres Lichts entziehet.

Einige Fixſterne erſcheinen durch Fernröhre doppelt, und heißen **Doppelſterne**. Dergleichen iſt der Stern **Caſtor** oder α der Zwillinge u. a. m. Ein Verzeichniß von Doppelſternen in ſechs Claſſen giebt Herr **Herſchel** (Philoſ. Tranſ. Vol. LXXV. P. I. no. 6.).

De la Lande aſtronomiſches Handbuch, §. 283. u. f.

Bode kurzgefaßte Erl. der Sternkunde, Erſter Theil, §. 145. Zweyter Theil, §. 614. u f.

Käſtner Anfangsgr. der angewandten Mathematik. Dritte Aufl. Aſtronomie, §. 222. u. f.

Fixſternverzeichniſſe, Catalogi fixarum, *Catalogues des étoiles.* Verzeichniſſe, in welche diejenigen Fixſterne, deren Stellen am Himmel man durch Beobachtungen genau beſtimmt hat, mit ihren Namen, Größen, Längen und Breiten, bisweilen auch den geraden Aufſteigungen und Abweichungen, eingetragen ſind. Man befolgt dabey insgemein die Ordnung, daß man ein Sternbild nach dem andern aufführet, in jedem Sternbilde aber entweder die größern Sterne oder diejenigen, welche zuerſt durch den Mittagskreis gehen (praecedentes) zuerſt ſetzet. Da ſich die Längen, Aufſteigungen und Abweichungen von Zeit zu Zeit ändern, ſo können ſolche Verzeichniſſe nur für ein gewiſſes Jahr eingerichtet werden.

Der erſte, der es unternahm, die Fixſterne in ein Verzeichniß zu bringen, und ihre Stellen zu beſtimmen, war **Hipparch**, der etwa 150 Jahr v. C. G. zu Alexandrien beobachtete. **Plinius** (Hiſt. nat. L. II. c. 26.) erzählt, daß zu dieſer Zeit ein neuer Stern erſchienen ſey. Atque haec, ſetzt er hinzu, in cauſa fuit, cur Hipparchus

auſus ſit rem etiam Deo improbam, annumerare poſteris ſtellas, ſideraque ad normam expangere, organis excogitatis, per quae ſingulorum loca et magnitudines ſignaret — caelo in hereditatem cunctis relicto. Dennoch weiß man aus dem **Ptolemäus**, daß ſchon 180 Jahr vorher **Timocharis** und **Ariſtyllus** viele hieher gehörige Beobachtungen angeſtellt haben. Dieſes älteſte Sternverzeichniß des Hippарch hat uns **Ptolemäus** (Almag. L. VII. c. 2.) aufbehalten, und mit eignen Beobachtungen vermehrt auf das Jahr 137 der chriſtlichen Zeitrechnung reducirt. Es enthält 1022 Sterne in 48 Sternbilder vertheilt. Der Araber **Al-Batani** (Albategnius) reducirte dieſes Verzeichniß auf das Jahr Chriſti 880, indem er den von Ptolemäus angegebnen Längen wegen des Vorrückens der Nachtgleichen $11\frac{1}{2}$ Grad zuſetzte. Auch die Verfertiger der alphonſiniſchen Tafeln und ſelbſt **Copernicus** haben ſich blos mit Reduction des ptolemäiſchen Verzeichniſſes auf ihre Zeiten begnügt. Vor **Tychons** Zeiten war der Fürſt der Tatarey, **Ulugh Beigh** der Einzige, der im Jahre 1437 ein Sternverzeichniß aus eignen Beobachtungen zuſammentrug, welches **Thomas Hyde** (Tabulae longitudinis et latitudinis ſtellarum fixarum, ex obſ. Vlughbeighi, ex tribus MS. Perſicis. Oxon. 1665. 4.) herausgegeben hat. Es enthält 1017 Sterne, und iſt genauer, als das ptolemäiſche.

Tycho de Brahe, deſſen Verdienſte um die praktiſche Sternkunde unvergeßlich ſind, führte zuerſt die viel genauere Methode ein, die geraden Aufſteigungen und Abweichungen der Sterne zu beobachten, woraus ſich nachher die Längen und Breiten berechnen laſſen; da die Alten auf eine weit unzuverläßigere Art die Längen und Breiten ſelbſt durch Beobachtung geſucht hatten. So entſtand ſein neues Fixſternverzeichniß (Catalogus fixarum 777 ad annum 1600. in Aſtronom. inſtauratae Progymnaſmatibus, Frf. 1602. 4. P. I. p. 257.), welches Kepler 1627 in die rudolphiniſchen Tafeln eingerückt, und aus **Tychons** hinterlaſſenen Beobachtungen bis auf 1000 Sterne vermehrt, auch zuerſt die Geſtirne um den Südpol hinzugeſetzt hat, ſo wie

ſie von den portugieſiſchen Seefahrern beobachtet, und von **Petrus Theodori** beſtimmt worden waren. Dieſes tychoniſche Verzeichniß hat nachher der **P. Riccioli** (Aſtron. reform. L. IV.) auf das Jahr 1700 reducirt, und mit 101 Sternen aus ſeinen mit **Grimaldi** angeſtellten Beobachtungen vermehret, dabey aber offenbare Fehler des Tycho, und ſogar Sterne beybehalten, welche zu dieſer Zeit verſchwunden waren.

Faſt zu gleicher Zeit mit Tycho beobachtete der Landgraf von Heſſen-Caſſel **Wilhelm** IV. mit ſeinen Mathematikern **Rothmann** und **Jobſt Byrge** auf 30 Jahr lang die geraden Aufſteigungen und Abweichungen der Fixſterne. Hieraus iſt ein ſehr genaues Verzeichniß von 400 Sternen entſtanden, das ſich in den zu Leiden, 1618. 4. herausgekommenen Obſervationibus Haſſiacis und in der von **Albert Curtius** unter dem Namen **Lucius Barret** herausgegebnen Hiſtoria caeleſti (Aug. Vind. 1666. fol.) findet.

Zu dieſen Arbeiten der Aſtronomen fügte **Halley**, als eine Frucht ſeiner Reiſe auf die Inſel St. Helena, das erſte genaue Verzeichniß von 350 ſüdlichen, bey uns unſichtbaren Fixſternen hinzu (*Edmundi Halleji* Catalogus ſtellarum auſtralium ſ. Supplementum catalogi Tychonici ad ann. 1677. Lond. 1679. 4. auch in **Kirchs** erſtem Jahre ſeiner Ephemer. motuum caeleſt. Lipſ. 1682. 4.). Er hatte die Diſtanzen dieſer Sterne von den tychoniſchen gemeſſen, und ihre Stellen daraus berechnet.

Hevel (Prodromus Aſtronomiae. Gedani 1690. fol.) theilt ein ſehr vollſtändiges Verzeichniß mit, in welchem Tychos, das heſſiſche, Ulugh Beighs und Ptolemäus Verzeichniſſe neben einander ſtehen, und mit zwey neuen aus eignen Beobachtungen begleitet ſind. Von dieſen letztern enthält das größere die Längen, Breiten, Aufſteigungen und Abweichungen von 1888 Sternen, nemlich 950 alten, 603 neuen von ihm zuerſt beſtimmten, und 335 halleyiſchen oder ſüdlichen, auf das Jahr 1660; das kleinere nur die Längen und Breiten für 1700. Dieſe große und verdienſtliche Arbeit wird noch immer ſehr hoch geſchätzt.

Alle ſeine Vorgänger aber übertraf der engliſche Aſtronom **Flamſtead**, welcher auf 33 Jahr lang zu Greenwich die genauſten Beobachtungen angeſtellt hatte. Zuerſt gab **Halley** (Hiſtoria caeleſtis. Lond. 1712. T. II fol.) Flamſteads Beobachtungen heraus, womit aber der letztere nach Roſts Nachricht (Aufrichtiger Aſtronomus. Nürnb. 1727. 4. S. 334.) ſo übel zufrieden war, daß er ſo viel Exemplare, als er erhalten konnte, ins Feuer warf. Er ſtarb über der neuen Ausgabe, die doch bald hernach erſchien (Hiſtoria caeleſtis Britannica. Lond. 1725. To. III. fol.), und im dritten Theile das große Verzeichniß von 3000 Sternen enthält, worunter ſich ſehr viele teleſkopiſche, d. i. blos durch Fernröhre ſichtbare, befinden.

Der Abt **de la Caille**, welcher zuerſt von 1747 bis 1750 zu Paris, und dann auf dem Vorgebirge der guten Hofnung in den Jahren 1751 und 1752 beobachtet hatte, gab in ſeinem hierdurch veranlaſſeten ſchätzbaren Werke (Aſtronomiae fundamenta noviſſima, ſolis et ſtellarum obſervationibus ſtabilita. Pariſ. 1757. 4.) ein ſehr genaues Verzeichniß von 397 Sternen für das Jahr 1750, woraus man in des P. Hell und den berliner Ephemeriden jährliche Auszüge eingerückt findet.

Aus **Bradley's** mühſamen mit einem vortreflichen Sector von Graham angeſtellten Beobachtungen hat **Maſon** ein Verzeichniß von 387 Sternen für das Jahr 1760 berechnet, welches zuerſt im Nautical Almanac für 1773 erſchien, hernach aber auch von P. Hell in die wiener Ephemeriden eingerückt worden iſt.

Herr **Bode** (Sammlung aſtronomiſcher Tafeln unter Aufſicht der königl. Acad. der Wiſſ. Berlin 1776. III. Bände, gr. 8. im erſten Bande, S. 83 u. f.) hat Hevels, Flamſtead's, de la Caille und Bradley's Verzeichniſſe der Längen und Breiten mit vielem Scharfſinn und Arbeitſamkeit in eins zuſammengezogen, und ſo in einem kleinen Raume für 3175 Sterne alles geliefert, was die vier neuſten und genauſten Verzeichniſſe enthalten. Das vollſtändigſte aber unter allen iſt das Verzeichniß der geraden Aufſteigungen und Abweichungen von 5058 Sternen, welches ebenfalls

Herr **Bode** (Vorſtellung der Geſtirne, nebſt einem vollſtändigen Sternenverzeichniſſe, von *I. E. Bode*, Berlin und Stralſund, 1782. in kl. Landchartenformat) aus Flamſteads, Hevels, Tobias Mayers, de la Caille, Meſſier, le Monnier, Darquier u. a. Beobachtungen für das Jahr 1780 zuſammengetragen hat, und welches für die genaue Beſtimmung der Stellen der Fixſterne alles leiſtet, was der Kenner der Sternkunde nur immer verlangen kan. Das angeführte Buch enthält noch überdies ein Verzeichniß von 280 der vornehmſten Fixſterne nach **Bradley** und **de la Caille**, ebenfalls für 1780, worin die jährlichen Aenderungen der geraden Aufſteigungen und Abweichungen, wie auch die Längen und Breiten angegeben ſind.

Die Sterne, welche im Thierkreiſe ſtehen, die **Zodiakalſterne**, ſind darum vorzüglich merkwürdig, weil ſie die Einzigen ſind, die vom Monde und den Planeten bedeckt werden können. Darum hat man auf die Beſtimmung ihrer Stellen beſondern Fleiß verwendet, und eigne Verzeichniſſe für ſie ausgearbeitet. Schon **Flamſtead** hat ein ſolches (Catalogus ſtellarum 67, quas luna et planetae tegere poſſunt in der Hiſt. caeleſti Britann. To. III.); **Tobias Mayer** hatte die Zodiakalſterne vorzüglich fleißig mit dem göttingiſchen Mauerquadranten beobachtet, und der daſigen königl. Societät der Wiſſenſchaften 1759 ein Verzeichniß von 998 Sternen im Thierkreiſe vorgelegt, das erſt nach ſeinem Tode herausgekommen iſt (Catalogus fixarum Zodiacalium in *Tob. Mayeri* Opp. ineditis. Gott. 1775. 4to maj. To. I. Num. V.). Mit **Dheulland's** 1755 herausgekommener Thierkreiskarte wird auch ein in Kupfer geſtochener Catalog der Zodiakalſterne in Octavformat ausgegeben.

Dav. Gregorii aſtronomiae phyſicae et geometricae elementa. Genevae, 1726. II To. 4. To. I. L. II. Prop. 29.

Käſtner Anfangsgr. der angew. Math. Dritte Aufl. Aſtronomie, §. 111.

Fläche, ſchiefe, ſ. Schiefe Ebne.

Flamme, Flamma, *Flamme*. Ein leuchtender und einen hohen Grad der Wärme mittheilender Ausfluß aus

den brennenden Körpern, der in der atmoſphäriſchen Luft, die ihn umgiebt, in die Höhe ſteigt. Ich glaube dieſen Artikel am ſchicklichſten behandeln zu können, wenn ich zuerſt die vornehmſten Erſcheinungen der Flamme anführe, dann einige Meynungen über die Natur derſelben vortrage, und bey den vorzüglichſten einige daraus fließende Erklärungen der Phänomene beybringe.

Eine große Hitze bringt die ihr ausgeſetzten Körper zum Leuchten, ſ. **Glühen.** Aus ſehr vielen Körpern ſteigt alsdann, wenn ſie der Luft ausgeſetzt ſind, etwas auf, das entweder dunkel iſt, das Anſehen von Dämpfen hat, und **Rauch** genannt wird, oder etwas Leuchtendes, das man **Flamme** nennt; in den meiſten Fällen Rauch und Flamme zugleich, ſo daß da, wo die Flamme aufhört, der Rauch ſichtbar zu werden anfängt. Die Flamme theilt den Körpern, die ſie berührt, eine ſehr beträchtliche Hitze mit, und entzündet dadurch die brennbaren Materien, die man ihr ausſetzt. Der Rauch ſelbſt iſt da, wo er den brennenden Körper oder die Flamme berührt, ſehr heiß, wird aber beym Aufſteigen in der Luft bald kälter, und läßt ſich an den Stellen, wo er noch heiß iſt, durch Annäherung einer andern Flamme entzünden, ſo daß er ſelbſt wieder in eine Flamme ausbricht.

Nicht alle Körper brennen mit einer merklichen Flamme. Die feuerbeſtändigen, z. B. feines Gold und Silber, Glas, Porcellan, Bergkryſtall, reine Kieſel ꝛc. glühen blos, und andere, die viel feuerbeſtändige Theile enthalten, wie Kohlen, Aſche und die meiſten Metalle, ſcheinen ſich ohne merkliche Flamme zu zerſetzen oder zu verzehren. Was aber die letztern betrift, ſo muß man ſich durch den Anſchein nicht hintergehen laſſen. Das Anſehen eines Stabs Eiſen und eines Kieſels, die beyde bis zum Weißglühen erhitzt ſind, iſt doch ſehr verſchieden; das Metall iſt in der That mit einer ſehr glänzenden und ſogar Funken gebenden kleinen Flamme bedeckt, welche in dephlogiſtiſirter Luft noch weit merklicher wird; der Kieſel zeigt hievon nichts, hört auch weit eher auf zu glühen. Wenn ſich das Bley auf einer Kapelle unter der Muffel verſchlackt, ſo ſieht das

Metall weit brennender, als die Kapelle, aus, obgleich beyde einerley Grade des Feuers ausgeſeßt ſind. Dieſer Unterſchied kömmt gewiß nur von der kleinen Flamme her, welche die Verbrennung des Metalls begleitet, da indeſſen die unverbrennliche Kapelle keine ähnliche Erſcheinung zeigen kan. Es ſcheint daher ausgemacht, daß alle wirklich brennende Körper mit Flamme brennen. Auch zeigen mehrere Kohlen neben einander gelegt und angeblaſen eine ſehr merkliche Flamme, wenn ſie gleich einzeln nur zu glühen ſcheinen. Oele, Weingeiſt, Holz, Schwefel u. dgl., welche ſehr viel brennenden Stoff enthalten, geben auch die lebhafteſten Flammen.

Der Zugang der Luft iſt zu Entſtehung und Unterhaltung der Flamme ſchlechterdings nothwendig. Im luftleeren Raume kan keine Flamme fortdauren: auch verlöſcht ſie, wenn die Luft um ſie her nicht immer erneuert wird. Daher brennt ein Licht unter einer gläſernen Glocke nur eine kurze Zeit lang; indem es ausbrennet, leidet die mit ihm eingeſchloßne Luft eine Verminderung ihres Volumens, und wird ungeſchickt, ferner eine Flamme in ſich brennen zu laſſen; daher Lichter ſowohl als glühende Kohlen ſogleich darinn verlöſchen. Man rechnet insgemein, daß ein gewöhnliches Licht in Zeit von einer Minute 4 Kannen Luft verderbe. Das Mittel, die verdorbene Luft zu Unterhaltung der Flamme wieder geſchickt zu machen, iſt, daß man Pflanzen eine Zeitlang in ihr wachſen läßt, oder ſie ſtark im Waſſer ſchüttelt. Zu Unterhaltung des thieriſchen Lebens aber wird dieſe durch das Ausbrennen eines Lichts verdorbene Luft nicht ganz untauglich. Man wird hieraus leicht ſchlieſſen, daß alles, was der brennenden Oberfläche den Zutritt der Luft raubet, z. B. das Uebergießen mit Waſſer, das Ueberſchütten mit Sand u. dgl. die Flamme auslöſchen müſſe: da hingegen das Anblaſen, welches beſtändig friſche unverdorbene Luft hinzuführt, die Flamme vergrößert. Bläſet man aber allzuſtark in die Flamme, ſo wird dadurch theils die nöthige Hitze zu plötzlich und zu ſtark vermindert, theils wird der Fortgang des Ausfluſſes aus dem brennenden Körper durch den Druck der Luft gehemmet,

und der Ausfluß ſelbſt zerſtreut, daher die Flamme verlöſchen muß.

Weit lebhafter aber brennt eine jede Flamme in derjenigen Luftgattung, welcher man den Namen der **dephlogiſtiſirten** beylegt, ſ. **Gas, dephlogiſtiſirtes.** In ihr brennen Lichter, ehe ſie verlöſchen, auf 6 bis 7mal länger, als in der gemeinen Luft, und mit einem weit hellern Glanze. Kampher, Phoſphorus und andere leicht entzündbare Körper brennen in ihr mit einem Lichte, deſſen Stärke alle Erwartung übertrift; Kohlen, die in ihr glühen, werfen mit vielem Kniſtern Funken um ſich her, und dünner Eiſendrath ſchmelzt und brennt darinn, wie Schwefelfaden. Es iſt auch ſo gut als entſchieden, daß die gemeine atmoſphäriſche Luft nur darum die Flamme unterhält und die Verbrennung befördert, weil jederzeit ein ſehr beträchtlicher Theil von ihr aus reiner oder dephlogiſtiſirter Luft beſtehet.

Es giebt in der Flamme der verſchiedenen brennbaren Körper große Unterſchiede. Selten iſt dieſe Flamme ganz rein; ſie führt vielmehr die fremdartigen Theile mit ſich, welche den Rauch ausmachen, und von denen ein Theil unter dem Namen des **Rußes** aufgefangen werden kan. Die reinſten Flammen ſind die des rectificirten Weingeiſts und der vollkommnen Kohlen; dieſe geben auch den Verſuchen zu Folge die ſtärkſte Hitze. Ueber die Reinigkeit verſchiedener Flammen findet man ſchöne Verſuche beym **Muſſchenbroek** (Introd. ad philoſ. natur. Lugd. Bat. 1762. 4 maj. To. II. §. 1655.). Die Flamme der **Oele** und ölichten Körper iſt unter allen die unreinſte, und führt nicht allein alle flüchtige Theile der Oele mit ſich, ſondern reißt durch mechaniſche Gewalt auch feuerbeſtändige mit ſich fort; daher ſie ſehr dampft und einen ſtarken Ruß anleget. Auch die Flamme der Metalle iſt von einem Rauche begleitet, der aber nicht ſchwärzet. Die des Schwefels würde ſehr rein ſeyn, wenn ſie nicht eine große Menge Vitriolſäure bey ſich führte. Außer den zum Rauche gehörigen Materien ſondern ſich aus der Flamme der meiſten Körper Waſſer, verſchiedene Gasarten und Säuren ab. Auch ſind

die Farben der Flammen verſchieden; die reinſten des Weingeiſts und Schwefels ſind blau, Kupfer mit Kochſalzſäure brennt grün, der Talk gelb, Kampher und Spießglas weiß u. ſ. w.

Die Flamme ſteigt in der freyen Luft in die Höhe, ohne Zweifel wegen ihrer ſpecifiſchen Leichtigkeit. Sie nimmt dabey insgemein eine koniſche Geſtalt an, und verlängert ſich ſehr beträchtlich, wenn man ſie mit einem engen Ringe umgiebt, oder mit einer dünnen Glasröhre von etwa 7 bis 8 Lin. Durchmeſſer auffängt. Eben dieſe Verlängerung zeigt ſich auch, wenn man die Flammen zwoer Kerzen mit einander in Berührung bringt.

Es wird zur Erzeugung und Unterhaltung der Flamme ein gewiſſer Grad der Hitze erfordert, welchen **de Lüc**, wie ich bereits bey dem Worte: **Feuer** angeführt habe, auf 650 Grad des Fahrenheitiſchen Thermometers ſetzt, und die **brennende Wärme** nennt. So bald die Theile der Flamme, welcher durch die benachbarte kalte Luft, vielleicht auch durch die Verdampfung der Theile des brennbaren Körpers viel Wärme entzogen wird, dieſen Grad der Hitze verlieren, ſo zeigen ſie ſich nicht mehr brennend oder leuchtend, und die Flamme hat an dieſer Stelle ihre Grenzen.

Manche Materien, z. B. der Weingeiſt, erhitzen ſich ſo ſchnell, daß ihre Oberflächen durch ihre eigne Flamme immer den zum Brennen nöthigen Grad der Wärme geſchwind genug erhalten können. Daher brennt angezündeter Weingeiſt immer fort, bis er verzehrt iſt, ohne weitere Hülfsmittel. Oel, Talg, Wachs u. dgl. erhitzen ſich langſamer, und erhalten an den Oberflächen den gehörigen Grad der Wärme zu ſpät, um eine Flamme ununterbrochen zu erhalten. Daher ſind bey den Kerzen und Lampen **Dachte** (ellychnia, cotonea, *mèches*) nöthig, in deren feinen Canälen das Oel oder geſchmolzene Wachs und Talg in zarte Theile zertrennt bis zur Flamme in die Höhe ſteigen kan. Bey dieſer Zertrennung nimmt es die erforderliche Hitze leicht an, da hingegen der Zufluß einer großen Maſſe von Oel oder Wachs die Hitze plötzlich vermindern und die Flamme auslöſchen würde. Dieſe letztere ſteht auch

immer etwas über der Oberfläche der Kerze, weil dieſe Oberfläche nicht ſo heiß, als nöthig, zu werden vermag. Der Dacht iſt alſo ein weſentliches Stück bey einer Kerze oder Lampe; da er aber ſelbſt vom Feuer verzehrt, oder durch unreine Theile verſtopft und zum Zuführen des Oels ꝛc. untauglich wird, ſo erhellet hieraus die Unmöglichkeit eines ewigen Dachtes, ſo wie die Thorheit des Vorgebens von ewigen ihre Nahrung nie aufzehrenden Lampen, die bey den Alten bekannt geweſen ſeyn ſollen, und die der Prinz von **Sanſevero** (Nova act. erud. Lipſ. a. 1754. p. 82.) wieder erfunden haben wollte, von ſelbſt in die Augen fällt. Vortheilhaftere Einrichtungen der Lampen aber, als die gewöhnlichen ſind, laſſen ſich allerdings angeben, ſ. **Lampen**.

Ich komme nun auf die Anführung einiger Meynungen über das Weſen und die Beſtandtheile der Flamme, welche die Alten faſt durchgängig mit dem **Feuer** ſelbſt verwechſelt und für eine einfache elementariſche Subſtanz gehalten haben; ſo wie noch jetzt diejenigen, welche mit phyſikaliſchen Unterſuchungen unbekannt ſind, ſich unter dem Worte Feuer die Flamme oder das ſogenannte Küchenfeuer denken. So haben auch die Peripatetiker das Feuer und die Flamme für eine aus den brennenden Körpern ausgehende elementariſche Subſtanz gehalten: **van Helmont** aber (Opera omn. Frf. 1707. 4. p. 120. De formarum ortu, §. 24.), ohngeachtet er das Feuer zu einem Mitteldinge zwiſchen Subſtanz und Eigenſchaft macht, iſt doch geneigt, die Flamme blos als einen Zuſtand anzuſehen, in welchen die Theile des brennenden Körpers verſetzt werden.

Descartes (Princip. Philoſ. P. IV. §. 80. ſqq.) erklärt das Feuer für die Form, welche die groben erdichten Theile annehmen, wenn ſie einzeln der Bewegung des erſten Elements oder der ſubtilen Materie folgen. So beſteht nach ihm die Flamme einer Kerze aus ölichten Theilen, welche durch die ausſtrömende ſubtile Materie mit fortgeriſſen, und daher in eine ſchnelle Bewegung verſetzt werden. Dieſe ſubtile Materie ſucht ſich von der Erde zu entfernen, daher ſteigt die Flamme aufwärts. Sie würde durch die Kügelchen des zweyten Elements und die irdiſchen Theile in der

Luft, die an die Stelle der Flamme treten wollen, ausgelöſcht werden, wenn ſie blos aus ſubtiler Materie beſtünde, und wenn nicht die öl chten und erdichten Theile aus dem Dachte jene Hinderniſſe zurücktrieben. Durch dieſen Widerſtand aber wird die Flamme in der Höhe mehr geſchwächt, daher kömmt ihre ſpitzige Geſtalt. Weil aber nirgends in der Welt ein leerer Raum iſt, ſo muß die Luft, welche von Flamme und Rauch aus der Stelle getrieben wird, durch eine kreisförmige Bewegung an die Oberfläche der Kerze und an den untern Theil des Dachtes herabgehen, wo ſie wieder die geſchmolzenen Wachstheilchen in die Höhe treibt, und ſo die Flamme unterhalten hilft. Man wird an dieſem Beyſpiele ſehen, wie künſtlich Descartes die Phänomene aus ſeinen drey Elementen und dem vollen Raume zu erklären weiß.

Die gewöhnlichſte Meynung unter den Naturforſchern und Chymikern bis auf die neueſten Zeiten iſt dieſe geweſen, daß die Flamme ein entzündeter oder glühender Dampf, oder eine Sammlung der aus den brennenden Körpern aufſteigenden Dämpfe ſey, welche durch die Hitze entzündet werden. Ueber dieſe Meynung ſind die Meiſten einig geweſen, wenn ſie ſich auch ſonſt vom Feuer und der Verbrennung noch ſo verſchiedene Begriffe gemacht haben; ſie iſt ſo einfach und natürlich, daß ſie ſich von ſelbſt Beyfall erwirbt, wie denn auch die neueſten Entdeckungen ſie nicht umſtoßen, ſondern nur berichtigen. **Newton** trägt ſie in ſeiner Optik als eine Frage vor (Optice, latine redd. *Samuel Clarke*, Lond. 1706. 4. p. 294. Quaeſt. 8. 9. 10.), wobey er das Feuer blos für Zuſtand oder Bewegung der Körper zu halten geneigt ſcheint. Ich will ſeine eignen Worte anführen. Annon corpora omnia fixa, quum ſint ultra certum gradum calefacta, emittunt lumen et ſplendent, eaque luminis emiſſio *per motus vibrantes partium ſuarum* efficitur? Annon *ignis corpus eſt* eo usque *calefactum*, ut copioſius lumen emittat? Quid enim aliud eſt ferrum candens, niſi ignis? Quidue aliud eſt carbo candens, niſi lignum eo usque calefactum, ut id lumen emittat? Annon *flamma vapor eſt*, fumus ſive exhalatio *candefacta*,

hoc eſt, calefacta usque eo, ut lumen emittat? Corpora enim flammam non concipiunt, niſi emittunt fumum copioſum, qui porro fumus ardet in flamma. Eben dieſer Meynung ſind auch viele Andere, die das Feuerweſen als eine beſondere Materie anſehen, wovon ich nur **Boerhaave** (De igne in Elem. Chym. der leipziger Ausgabe v. 1732. 8. p. 116. ſqq.), **Muſſchenbroek** (Introd. ad philoſ. natur. To. II. §. 1645.), **Macquer** (Chymiſches Wörterbuch, Art. **Flamme**), **Nollet** (Leçons de Phyſique, To. IV. p. 471. ſq.), **Erxleben** (Anfangsgr. der Naturlehre, §. 437. u. f.), **Gren** (Syſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie, Halle 1787. gr. 8. I. B. §. 312.) nennen will. Auch laſſen ſich ſehr viele Erſcheinungen hieraus ganz leicht erklären, z. B. daß man den heißen Rauch ſo leicht entzünden kan, daß feuerbeſtändige Subſtanzen keine Flamme zeigen, das Auslöſchen und Erſticken der Flamme durch Waſſer, Sand, Ausblaſen ꝛc., die Unreinigkeit und Farbe der Flammen, das Aufſteigen derſelben in der Luft, die Erleichterung des Fortbrennens durch Dachte u. ſ. w., welche Phänomene **Erxleben** a. a. O. ſehr ungezwungen aus dieſem Begriffe von der Flamme erklärt.

Der Abt **Nollet** erklärt auch hieraus die kegelförmige Geſtalt der Flamme. Ohne äußere Gegenwirkung nemlich würden ſich die Dämpfe, mithin auch die glühenden, kugelförmig verbreiten. Sie ſind aber mit Luft umgeben, in der ſie nach hydroſtatiſchen Geſetzen geradlinigt aufſteigen, und da ſie in einem beſtändigen Strome fortgehen, ſo muß ſich hierdurch die ſphäriſche Geſtalt in eine cylindriſche verwandeln. Nun gehen die Dämpfe viel weiter hinaus, als wir die Flamme ſehen; ſie glühen nur nicht mehr, weil die umgebende Luft ſie zu ſehr erkältet. Dieſe Erkältung fängt an den äußern Theilen an, indem der Kern oder die Axe der Flamme die Glühhitze am längſten behält; daher müſſen die äußern Theile der Flamme nach oben zu immer mehr verlöſchen, und die kreisförmige Grenze derſelben muß ſich immer weiter gegen die Axe zuſammenziehen, woraus natürlich die kegelförmige Geſtalt entſtehet. Hieraus erklärt ſich auch die Verlängerung der Flamme, wenn man ſie mit

einer dünnen Glasröhre auffängt, oder wenn man zwo Flammen an einander bringt. Denn im erſten Falle wird durch die Wände der Röhre, die ſich ſchnell erhitzen, die Erkältung der äußern Theile verhindert; im letztern Falle werden die ſchon verloſchenen Theile der einen Flamme durch die andere wieder entzündet.

Nur die Nothwendigkeit des Zugangs friſcher Luft, wobey immer neue unverdorbene oder dephlogiſtiſirte Luft hinzugeführt wird, läßt ſich nicht ganz ungezwungen hieraus allein erklären, wenn man die Unterſuchungen über die Beſtandtheile der eigentlichen Flamme nicht weiter treibt. **Erxleben** (§. 442.) ſagt zwar, die Luft ſey nöthig, um das Wäſſerichte und andere Theile, die ſonſt die Flamme auslöſchen würden, aufzulöſen und fortzuführen, auch diene vielleicht die Luft, um die Theile der Flamme zuſammen zu halten, und ihre Zerſtreuung zu verhüten. Allein dies thut nicht allen hiezu gehörigen Erſcheinungen Gnüge, und die neuern Theorien erklären dieſelben weit einfacher.

Stahl (*Ge. Ern. Stahlii* Experimenta, obſervationes et animadverſ. CCC. Berol. 1731. 8. § 81.) hat zuerſt bemerkt und erwieſen, daß die Flamme wäſſerichte Theile enthalte, und behauptet, daß Körper, die kein Waſſer in ſich haben, auch keine Flamme geben, wenn ſie nicht Feuchtigkeit aus der Luft an ſich ziehen können, oder mit Waſſer, das aber in ſehr feine Theile oder Dämpfe zertrennt ſeyn müßte, verſehen werden. So geben nach ihm die Kohlen und der Zink eine Flamme, indem ſie von auſſen her Feuchtigkeit an ſich ziehen. **Pott** (Von Licht und Feuer in ſ. Lithogeognoſie, Berlin 1746. 4.) hat eben dieſes durch neue Verſuche zu beſtätigen geſucht. Jede Flamme hat eine Art von Atmoſphäre, die ſich ſehr deutlich zeigt, wenn man das Bild einer Lichtflamme im verfinſterten Zimmer auffängt, und die großentheils aus wäſſerichten Theilen beſteht. Dieſer Dunſtkreis iſt deſto größer, und die Flamme ſelbſt deſto breiter, je mehr Wäſſerichtes der brennende Körper enthält. Daß Waſſerdämpfe gegen glühende Kohlen geblaſen die Hitze ungemein verſtärken, wird auch durch Verſuche mit der Aeolipyle beſtätiget, und

Herr **Klipſtein** (ſ. Magazin für das Neueſte aus der Phyſik und Naturgeſch. IIIten B. 2tes Stück, S. 169.) hat davon Gebrauch gemacht, um dem Gebläſe bey Schmelzöfen mehr Wirkſamkeit zu geben.

Euler (Diſſ. de igne, §. 24. im Recueil des pieces, qui ont remporté le prix de l'Acad. roy. ann. 1738.) nennt die Flamme einen mit der ſubtilen Feuermaterie erfüllten Raum, und da nach ſeiner Hypotheſe dieſe Materie durch die Exploſion, in welcher das Feuer beſteht, mit Gewalt würde zerſtreut werden, ſo ſoll der Aether wiederum diejenige Subſtanz ſeyn, die durch ihre Elaſticität dieſe Materie in Geſtalt der Flamme zuſammenhält, und durch deren beſtändige Erſchütterung das Licht entſteht. Nach der Meynung eines andern Schriftſtellers (Diſcours ſur la propagation du feu par le P. *Lozeran de Fieſc*, ebenfalls im Recueil de pieces etc. 1738.) iſt Flamme, Feuer und Rauch alles einerley: ſie beſtehen aus flüchtigen Salzen, Schwefel, Luft, Aether, und ſind insgemein mit ſehr fein zertrennten und im Wirbel bewegten wäſſerichten, erdichten und metalliſchen Theilen vermiſcht. Im Rauche iſt nur die Bewegung ſo ſchnell, als in der Flamme oder dem Feuer. Ein Dritter (Explication de la nature du feu par le *Comte de Crequy*, in eben demſ. Recueil.) erklärt Flamme und Feuer für die Auflöſung der Körper durch den doppelten Strom einer unſichtbaren Materie, die ihre Bewegung den Körpern mittheilt, ſo oft ſich ihre beyden Ströme nicht diametral durchdringen können. Unter dieſe drey Schriften, welche ſo gewagte und durch gar keine Experimentalunterſuchung geprüfte Syſteme enthalten, hat die Akademie der Wiſſenſchaften im Jahre 1738 den Preiß über die Frage von der Natur und Fortpflanzung des Feuers vertheilt. Inzwiſchen iſt der Satz, worinn ſie übereinſtimmen, daß die Flamme das Feuerweſen ſelbſt ſey, auch von Andern, z. B. **Weigel** (Grundriß der reinen und angewandten Chymie, §. 315.), behauptet, dabey aber doch angeführt worden, daß ſie unzerlegtes Brennbare und Waſſer mit ſich führe.

Seitdem man die Natur der brennbaren Luft, ſ. Gas,

brennbares, genauer unterſucht hat, iſt es ſehr vielen neuern Phyſikern und Chymiſten wahrſcheinlich geworden, daß die reine Flamme, die ihr beygemiſchten fremden Theile abgerechnet, nichts anders, als eine entzündete Miſchung von brennbarer und dephlogiſtiſirter Luft ſey, wovon jene aus dem brennbaren Körper, dieſe aus der atmoſphäriſchen Luft kömmt. Zuerſt hat dieſe Muthmaßung Herr **Volta** (Lettere ſull' aria nativa delle paludi. Como, 1776. 8. Briefe über die natürlich entſtehende entzündbare Sumpfluft, a. d. Ital. Winterthur, 1778. 8.) vorgetragen. Da die brennbare Luft keiner fortdaurenden Entzündung fähig iſt, wenn ſie nicht mit atmoſphäriſcher Luft, oder noch beſſer mit dephlogiſtiſirter, als dem reinſten Beſtandtheile der atmoſphäriſchen, vermiſcht wird, ſo erklärt ſich hieraus auf eine weit ungezwungnere Art, als nach den übrigen Hypotheſen, warum der Flamme der Zutritt der friſchen Luft unentbehrlich, und warum die dephlogiſtiſirte Luft ihrer Entſtehung und Unterhaltung ſo vorzüglich günſtig iſt. Da ferner nach den Beobachtungen der Herren **Cavendiſh**, **Watt**, **Lavoiſier**, und **de la Place** die Miſchung von brennbarer und gemeiner Luft, durch die Abbrennung, in **Waſſer** verwandelt wird, ſo läßt ſich hieraus auch begreiflich machen, warum ſelbſt die reinſten Flammen ſo viel Waſſer geben, daß ſich daſſelbe durch einen über der Flamme angebrachten Helm in ziemlicher Menge aufſammeln läßt. Endlich ſchließt ſich auch dieſe Muthmaßung unter allen am beſten an die neuern Theorien des Feuers und der Verbrennung an.

Nach **Scheeles** Theorie (ſ. **Feuer**) iſt die Hitze ſelbſt, oder vielmehr die Materie derſelben ein aus Phlogiſton und reiner Luft zuſammengeſetztes Weſen, welches durch ſeine Anziehung aus dem brennenden Körper immer mehr Phlogiſton entwickelt, und dadurch ſelbſt immer mehr Intenſität erhält. Die mit Phlogiſton überſättigte reine Luft verwandelt ſich endlich in Licht und brennbare Luft, woraus die Entſtehung der Flamme, wenn man Volta's Meynung annimmt, leicht begreiflich wird.

Crawford ſelbſt hat ſich zwar in ſeiner bey dem Wor-

te: Feuer angeführten Schrift über die Natur der Flamme nicht beſtimmt erklärt; es hat aber **Richard Kirwan** (Exp. and. obſervations on the ſpecific gravities and attractive powers of various ſalines ſubſtances, etc. Lond. 1781. 4. Verſuche und Beob. über die Salze und die neuentdeckte Natur des Phlogiſton, a. d. Engl. von Crell. Berlin und Stettin, 1783. 8.) die Crawfordiſche Theorie noch mehr erläutert und beſtätiget, und dabey zu erweiſen geſucht, daß das Phlogiſton bey der Verbrennung in Geſtalt eines luftförmigen Stoffs entwickelt werde, und im Grunde nichts anders, als eine von fremden Stoffen gereinigte brennbare Luft ſey, ſ. **Phlogiſton**. Wenn nun nach C. die Verbrennung durch eine doppelte Wahlanziehung zwiſchen Feuermaterie und dem brennenden Körper auf einer, und zwiſchen Phlogiſton und Luft auf der andern Seite, bewirkt wird, ſo muß das luftförmig entbundne Phlogiſton oder die brennbare Luft ſich mit der atmosphäriſchen verbinden, welche Miſchung durch den Ueberſchuß der aus der Luft geſchiedenen Wärme, welche der brennende Körper nicht ganz in ſich nehmen kan, entzündet wird, daß alſo auch nach dieſem Syſtem die Flamme füglich eine brennende Miſchung von Phlogiſton oder brennbarer und von reiner Luft genennt werden kan.

Herr **de Lüc** (Neue Ideen über die Meteorologie, I. B. §. 180. u. f.) erklärt ſich über die Entſtehung der Flamme beſtimmter, und unterſcheidet hiebey zween Fälle. Der erſte iſt dieſer, wenn die zur Verbrennung nöthige dephlogiſtiſirte Luft nicht wirklich zerſtört, ſondern blos durch fixe Luft, vermittelſt einer Umwandlung oder Unterſchiebung, erſetzt wird. Dieſes geſchieht z. B. bey der Verbrennung der Kohle und anderer blos glühenden Körper, zum Theil auch bey den gemeinen Lampen und Kerzen, und bey allen ſchwachen mattbrennenden Flammen. Hiebey entbindet ſich aus dem brennenden Körper nicht brennbare Luft ſelbſt, ſondern nur die ſchwere Subſtanz, welche einen Beſtandtheil der brennbaren Luft ausmacht, und nach de Lücs Vermuthung das **Phlogiſton** der Chymiker iſt. Durch dieſe Verbindung wird auf eine noch bis jetzt ſehr

dunkle Art aus der dephlogiſtiſirten Luft fixe, oder es tritt wenigſtens ſolche an jener Stelle. Das hiebey merkliche Feuer kömmt alſo nicht aus der Luft, ſondern blos aus dem brennenden Körper ſelbſt; es iſt daher in geringerer Menge vorhanden, und überdies erneuert ſich die Luft nicht geſchwind genug, weil die fixe Luft zu ſchwer iſt, und alſo nicht ſchnell genug durch die Wärme erhoben werden kan. Der zweyte Fall iſt, wenn reine brennbare Luft entbunden, mit der dephlogiſtiſirten vermiſcht, und dieſe letztere wirklich zerſetzt wird. Dies geſchieht bey der Verbrennung des Phoſphorus, und überhaupt bey den lebhafteſten Flammen. Hiebey kömmt das Feuer nicht blos aus dem brennenden Körper, ſondern es wird auch ein ſehr großer Theil deſſelben aus der zerſetzten Luft frey. Daher iſt die Hitze ſehr groß, es iſt bey der Vermiſchung beyder Luftarten der nöthige Grad der brennenden Wärme vorhanden, ſie zerſetzen ſich, und werden ein mit freyem Feuer überladner **Waſſerdunſt.** Die **Flamme** iſt dieſer Dunſt ſelbſt, und ſie leuchtet, weil bey der großen Dichtigkeit ihres freyen Feuers ſich ein Theil deſſelben zerſetzt, und alſo das Licht daraus frey wird (indem das Feuer aus dem Feuerweſen und Licht beſteht, ſ. **Feuer**, unter dem Abſchnitte: **de Lüc's Theorie** ꝛc.). Das beſte Mittel, dies zu befördern, iſt, daß man im brennenden Körper ſelbſt eine große Hitze zu unterhalten ſucht, wodurch die völlige Verwandlung ſeiner phlogiſtiſchen Theile in reine brennbare Luft befördert wird, welche nach de Lüc aus Phlogiſton und Feuer beſtehet, ſo daß das Feuer, wie bey allen luftförmigen Stoffen das fortleitende Fluidum, das Phlogiſton aber die ſchwere Subſtanz iſt. Es iſt gar nicht zu läugnen, daß dies alles ſowohl unter ſich, als mit den Erſcheinungen ſehr wohl zuſammenhängt. Man ſ. auch den Artikel: **Lampe.** Man kan ſich übrigens leicht denken, daß faſt bey jeder Verbrennung zum Theil der erſte, zum Theil der zweyte Fall ſtatt findet, Flamme und Hitze aber deſto lebhafter werden, je mehr ſich die Umſtände dem zweyten Falle nähern. Alſo kann man auch nach dieſem Syſtem die Flamme für eine entzündete (oder durch Zerſetzung des Feuers leuchtende)

Miſchung von brennbarer und dephlogiſtiſirter Luft erklären.

Dieſe Meynung von dem Weſen der Flamme ſcheint anjetzt faſt allgemein angenommen zu ſeyn. Sie ſteht mit der oben angeführten, daß die Flamme ein brennender Rauch ſey, eigentlich nicht im Widerſpruche, ſondern iſt mehr eine genauere Beſtimmung und Berichtigung derſelben, daher eben die einfachen Erklärungen der Phänomene, die wir bey jener Meynung beygebracht haben, mit den nöthigen Abänderungen auch für dieſe ſtatt finden.

Macquers chym Wörterbuch, Art. Flamme.

Erxlebens Anfangsgr. der Naturlehre, dritte Auflage von Lichtenberg, §. 437 — 447.

Briſſon dict de phyſ. art. *Flamme.*

Recueil des pieces, qui ont remporté les prix de l' Acad. des Sc. depuis 1738 — 1747. à Paris 1739 — 1748. 4.

de Lüc Neue Ideen über die Meteorologie, I Band. § 180. u. f.

Flaſche, bologneſer, ſ. **Bologneſer Flaſchen.**

Flaſche, geladne, Kleiſtiſche Flaſche, Leidner Flaſche, elektriſche Flaſche, Ladungsflaſche, Verſtärkungsflaſche, Phiala Leidenſis, Phiala electrica, Lagena armata, *Bouteille de Leide*, *Bouteille electrique.* Wenn man einem dünnen elektriſchen Körper auf beyden einander gegenüber ſtehenden Seitenflächen auf der einen Seite die poſitive, auf der andern die negative Elektricität mittheilt, ſo heißt der Körper in dieſem Zuſtande **geladen.** Man wählt hiezu gewöhnlich gläſerne Flaſchen, deren innern Wänden die eine, den äußern die andere Elektricität gegeben wird, woraus ſich der Begrif der geladnen Flaſche von ſelbſt ergiebt. Man kan aber anſtatt der Flaſchen eben ſowohl Platten, z. B. eine Tafel von gemeinem Fenſterglas, von Harz oder Siegellack wählen, welche alsdann **geladne elektriſche Platten** heißen, ſ. **Quadrat, elektriſches.** Sobald die Elektricitäten beyder Seiten, welche durch die Dazwiſchenkunft des elektriſchen Körpers ſelbſt getrennt waren, durch irgend ein Mittel vereiniget oder ſo nahe zuſammengebracht werden, daß ſie das zwiſchen liegende Mittel durchbrechen können, ſo gehen ſie in

einander mit einer ſtarken Explosion über. Dieſe heißt der **elektriſche Schlag**, die **elektriſche Erſchütterung** ꝛc. ſo wie der ganze Vorgang die **Entladung**, das **Losſchlagen**, auch der **kleiſtiſche, muſſchenbroekiſche**, oder **Leidner Verſuch** (experimentum Leidenſe, *experience de Leide)* und der Inbegrif der dabey vorkommenden Erſcheinungen die **verſtärkte Elektricität** genannt wird. Ich werde in dieſem Artikel zuerſt von der Bereitung und den verſchiedenen Arten der Ladungsflaſchen, dann von ihrer Ladung, Entladung und den dabey vorkommenden Erſcheinungen handeln, hierauf die Geſchichte des leidner Verſuchs erzählen, und mit der Erklärung der Erſcheinungen aus den vornehmſten Theorien über die Elektricität den Beſchluß machen.

Bereitung und verſchiedene Einrichtung der Ladungsflaſchen.

Der allgemeine Begrif der Ladungsflaſche oder Platte iſt der, daß ſie aus einem an ſich elektriſchen dünnen Körper beſteht, deſſen beyden Seiten Elektricität mitgetheilt werden kan. Hiezu wird nun gewöhnlich **Glas** genommen. Je größer es iſt, deſto ſtärker kan es geladen werden. Die Dicke des Glaſes aber kömmt hiebey ſehr in Betrachtung; denn ein dünneres Glas kan zwar leichter und ſtärker geladen werden, als ein dickes; es iſt aber auch der Gefahr mehr ausgeſetzt, durch die Gewalt der elektriſchen Anziehung bey allzu ſtarker Ladung zerſprengt zu werden. Man kan daher die ſehr dünnen Flaſchen oder Platten zwar einzeln gebrauchen; wenn man aber mehrere mit einander verbinden will, ſ. **Batterie, elektriſche**, ſo muß man ſtärkeres und wohl abgekühltes Glas dazu wählen.

Auf die Geſtalt des Glaſes kömmt hiebey nichts an. Zu Flaſchen für Batterien nimmt man gewöhnlich große cylindriſche, oder ſogenannte Zuckergläſer; zum einzelnen Gebrauche Apothekerflaſchen, welche cylindriſch ſind, aber einen etwas engern Hals haben, wie Taf. IX. Fig. 31. zeigt, oder für kleine Verſuche die ganz gemeinen Arzneygläſer.

Weil das Glas, ſo wie alle elektriſche Körper, die mit-

getheilte Elektricität nur an der berührten Stelle annimmt, und nicht von ſelbſt über ſeine ganze Oberfläche verbreitet, ſo muß man die beyden Flächen mit einer leitenden Materie, z. B. Zinnfolie, Goldblättchen, Meſſing- oder Eiſenſpänen ꝛc. überziehen, welches die **Belegung** derſelben genannt wird. Deswegen heißt die Ladungsflaſche oft auch die **belegte Flaſche.** Dies verſchafft den Vortheil, daß ſich die mitgetheilte Elektricität, wenn ſie auch nur auf eine einzelne Stelle geleitet wird, dennoch ſogleich über die ganze belegte Fläche ausbreitet, und bey der Entladung eben ſo auf einmal aus dieſer Fläche herausgeht. Der Boden CD wird ebenfalls von außen und innen belegt.

Die Belegung mit Zinnfolie oder Goldblättchen iſt unſtreitig die beſte, und läßt ſich auch auf der äußern Seite ſehr leicht anbringen. Inwendig aber geht dies, wenn die Flaſche einen engen Hals hat, nicht an. In dieſem Falle füllt man kleine Flaſchen, ſo weit die Belegung gehen ſoll, mit Eiſen- oder Meſſingſpänen, auch wohl mit Schrot oder Waſſer, an; in größere aber, die dadurch zu ſchwer würden, gießt man etwas Gummiwaſſer, ſchüttet ein wenig Meſſingſpäne hinein, und ſchwenkt die Flaſche, bis ſich die Späne dicht an die innern Wände angelegt haben, wo ſie durch das Gummiwaſſer ankleben.

Die Belegungen beyder Seiten des elektriſchen Körpers dürfen einander um den Rand nicht nahe kommen. Ihre entgegengeſetzten Elektricitäten könnten ſonſt Wege finden, ſich zu vereinigen, ohne daß man dies heben wollte, zumal da manche Glasarten die Elektricität ſehr leicht über ihre Oberfläche leiten. Daher läßt man an den Platten den äußern Rand unbelegt: und die Flaſchen belegt man nur bis EF, ſo daß zwiſchen EF und GH 2 — 3 Zoll Höhe unbelegt bleiben. Es iſt ſehr rathſam, den unbelegten Raum EGBHF durch einen Ueberzug von Siegellack gegen die Feuchtigkeit zu ſchützen: auch giebt dieſer Ueberzug den Flaſchen, ſo wie der ganzen elektriſchen Geräthſchaft, ein ſehr nettes reinliches Anſehen. Das Siegellack wird hiezu im Mörſer zerſtoßen, höchſtrectificirter

Weingeiſt aufgegoſſen, und der daraus entſtandene Brey mit dem Pinſel auf das Glas getragen.

Die Oefnung der Flaſche B wird mit einem genau einpaſſenden trocknen und in zerlaſſenes Wachs getauchten Korkſtöpſel verſchloſſen. In dieſen Kork wird ein Loch gebohrt, und ein ſtarker meſſingner Drath hindurchgeſteckt, der unten umgebogen ſeyn, und die inwendige Belegung an mehrern Stellen berühren muß, damit alles, was an dieſen Drath gebracht wird, mit der innern Seite der Flaſche durch eine leitende Verbindung zuſammenhänge. Iſt die Flaſche inwendig mit Metallſpänen oder Schrot gefüllt, ſo iſt es genug, den Drath bis in dieſe Füllung hineingehen laſſen. Oben muß er wenigſtens 8 Zoll über die Flaſche hervorragen: bey A bekömmt er einen Knopf oder eine Kugel von etwa $\frac{3}{4}$ Zoll Durchmeſſer. Es iſt ſehr bequem, wenn der Drath oben ſpitzig gemacht, etwas unter der Spitze aber mit Schraubengängen verſehen wird, ſo daß man die hohle Kugel A nach Gefallen auf- und abſchrauben kan. Bisweilen wird auch der Drath am obern Ende krumm gebogen, damit man die Flaſche daran aufhängen kan.

Man ſieht leicht, daß ſich die Einrichtung in Nebenumſtänden mannigfaltig abändern läßt. **Prieſtley** (Geſchichte der Elektr. Taf. II. Fig. c, d, e, f, g, h, i, k.) hat Flaſchen von allerley Geſtalt abbilden laſſen. Zu den ganz kleinen Verſuchen kan man ein gemeines Arzneyglas mit Schrot, Eiſenfeile oder Waſſer bis über die Hälfte anfüllen, mit Kork verſtopfen, dadurch einen Eiſendrath mit einem Knopfe ſtecken, der bis in die Füllung reicht, und die äußere Seite mit Zinnfolie oder Goldpapier belegen. Auch kann allenfalls die darum gelegte Hand die Stelle der äußern Belegung vertreten.

Wenn die Ladungsflaſchen einen Sprung bekommen, ſo ſind ſie zu fernerm Gebrauch untüchtig. Doch giebt **Cavallo** (Philoſ. Trans. Vol. LXVIII. P. 2. n. 44.) folgende Methode an, ſie wieder brauchbar zu machen. Man nehme vom zerbrochnen Theile die äußere Belegung

ab, erwärme die Flaſche an der Lichtflamme, und tröpfle brennendes Siegellack darauf, ſo daß der Sprung damit bedeckt wird, und das Siegellack dicker aufliegt als das Glas ſelbſt dick iſt. Endlich bedecke man das Siegellack und einen Theil der Glasfläche mit einer Compoſition von 4 Theilen Wachs, 1 Theil Pech, 1 Theil Terpentin und ſehr wenig Baumöl, die man auf ein Stück Wachstaffet ſtreicht, und wie ein Pflaſter auflegt.

Wegen der Zerbrechlichkeit des Glaſes hat man unterſucht, was ſich etwa ſonſt für Materien mit gleichem Vortheil brauchen ließen. Zu Flaſchen kan Porcellan dienen, das aber eben ſo zerbrechlich und noch theurer iſt. Zu Platten, wobey man außer dem Glaſe auch Harzcompoſitionen, Schwefel und Siegellack braucht, hat **Beccaria** eine Compoſition von Colophonium und geſtoßenem Marmor vorgeſchlagen, welche zu gleichen Theilen geſchmolzen, und auf eine mit Zinnfolie bedeckte Tafel gegoſſen werden. Viele Verſuche von dieſer Art hat **Wilke** (Schwediſche Abhandl. von 1758. der deutſch. Ueberſ. S. 241.) angeſtellt.

Da die gewöhnlichen Flaſchen ihre Ladung nur kurze Zeit halten, ſo hat **Cavallo** (Vollſtändige Abhandl. der Lehre von der Elektricität, der deutſch. Ueberſ. dritte Aufl. Leipz. 1785. gr. 8. S. 278.) eine Einrichtung angegeben, welche die Ladung über ſechs Wochen lang halten ſoll. Außer der innern und äußern Belegung, welche die Flaſche mit allen andern gemein hat, iſt in ihren Hals eine an beyden Enden offne Glasröhre eingekittet, und geht ein wenig in die Flaſche hinein. Sie hat am untern Ende einen Drath, der die innere Belegung berührt. Der Drath mit dem Knopfe iſt in eine andere Glasröhre gekittet, welche faſt doppelt ſo lang, aber enger iſt, als die vorige; und zwar ſo, daß am einen Ende blos der Knopf, am andern nur etwas weniges vom Drathe hervorragt. Dieſe Glasröhre kan man nach Gefallen in die andere hineinſtecken, wobey das untere Ende des Draths jenen an der erſten Röhre befindlichen Drath, oder noch beſſer die inne-

re Belegung ſelbſt berühren muß; auf dieſe Art kan die Flaſche, wie gewöhnlich, geladen und entladen werden. Nimmt man aber nach der Ladung die innere Röhre mit dem Drathe und Knopfe heraus, ſo iſt die innere Belegung ganz iſolirt, und man kan ſo die Flaſche geladen bey ſich tragen oder verſenden, ohne daß ſie die Ladung ſo bald verlöhre. **Donndorf** (Lehre von der Elektricität, Erfurt, 1784. II B. gr. 8. Erſter Band S. 57.) beſchreibt dieſe Flaſche mit einigen kleinen Abänderungen umſtändlich, giebt auch (ebend. S. 60. u. f.) noch eine ähnliche Einrichtung für etwas größere Flaſchen an.

Ladung, Entladung und dabey vorkommende Erſcheinungen.

Die **Ladung** der elektriſchen Platten und Flaſchen beſteht darinn, daß man der einen Belegung oder Seite die poſitive, der andern die negative Elektricität mittheilt. Da nun die gewöhnlichen Elektriſirmaſchinen ſo eingerichtet ſind, daß man aus ihrem Conductor oder erſten Leiter poſitive, und aus ihrem Reibzeuge, wenn daſſelbe iſolirt wird, zugleich negative Elektricität erhalten kan, ſo wird eine Flaſche geladen, wenn man z. B. ihre innere Seite mit dem Conductor, die äußere mit dem iſolirten Reibzeuge einer Elektriſirmaſchine durch Dräthe oder Ketten verbindet, und die Maſchine in Bewegung ſetzt. Zur Verbindung der äußern Seite darf man nur den Drath auf den Tiſch legen, und die Flaſche mit dem belegten Boden C D darauf ſetzen; zur Verbindung der innern wird der Drath oder die Kette mit einem am Ende befindlichen Häckchen bey B an den meſſingenen Stab gehangen, oder auch ein paarmal darum geſchlungen. So kan man ſtark oder ſchwach laden, je nachdem man die Bewegung der Maſchine eine längere oder kürzere Zeit fortſetzt. Dies iſt nach **Prieſtley** (Geſchichte der Elektric. S. 360.) die kräftigſte Art, Flaſchen zu laden, bey welcher eine jede Seite eben die Elektricität bekömmt, die die andere hergiebt.

Es iſt aber keinesweges nöthig, beyde Seiten der Flaſche durch wirkliche Mittheilung zu elektriſiren. Ge-

wöhnlich verbindet man **blos die innere Belegung** mit dem Conductor der Maſchine durch einen bey B angehangenen Drath, oder läßt auch auf den Knopf A Funken aus dem Conductor ſchlagen, wodurch die innere Seite der Flaſche die poſitive Elektricität erhält. Wofern nur alsdann die äußere Seite nicht iſolirt iſt, ſondern durch Leiter mit dem Boden zuſammenhängt, ſo wird ſie von ſelbſt eben ſoviel negative Elektricität annehmen, als die innere Seite poſitive gehalten hat. Dies iſt eine Folge der **Vertheilung** der Elektricität, ſ. **Elektricität**, unter dem Abſchnitte: **Elektriſche Wirkungskreiſe** ꝛc. Es befindet ſich nemlich die äußere Seite der Flaſche im Wirkungskreiſe der innern, weil das Glas dünn iſt, und da die elektriſchen Atmoſphären frey durch das Glas wirken, ſo bringt die poſitive Elektricität der innern Seite von ſelbſt eine gleich ſtarke negative in der äußern hervor, wofern nur dieſe letztere nicht iſolirt, ſondern mit Körpern verbunden iſt, aus welchen ſie Elektricität erhalten, oder an die ſie dergleichen abgeben kann.

Iſt hingegen die äußere Seite **iſolirt**, wie z. B. wenn die Flaſche auf Glas oder Pech ſtehet, ſo kan gar keine Ladung bewirkt werden. Das Iſoliren unterbricht die Verbindung der äußern Fläche mit der Erde, und macht, daß dieſe Fläche ihren elektriſchen Zuſtand nicht ändern kan. Dies hat aber die Folge, daß die innere ihren Zuſtand auch nicht verändert, weil ſie im Wirkungskreiſe der äuſſern iſt, und mit ihr im Gleichgewichte ſteht, ſo daß jeder Zuſatz von Elektricität, der in die innere dringen will, durch die Wirkung der äußern in den Drath zurückgetrieben wird. Sobald man aber nur die äußere Seite durch eine Kette mit dem Tiſche oder Fußboden verbindet, geht die Ladung ſogleich von ſtatten.

Man überſieht leicht, daß die Flaſche auch geladen wird, wenn man die äußere Seite mit dem Conductor der Maſchine, und die innere mit der Erde verbindet. Nur wird alsdann die äußere poſitiv, und die innere negativ. Eben dies geſchieht, wenn die innere mit dem iſolirten Reib-

zeuge der Maſchine, und die äußere mit der Erde verbunden wird, u. ſ. w.

Noch deutlicher ſieht man dieſes, wenn man die Flaſche iſolirt, und den Knopf A gegen den Conductor der Maſchine bringt. Es werden ſich gar keine oder nur wenige ſehr ſchwache Funken zeigen. Bringt man aber den Knöchel des Fingers, einen Schlüſſel ꝛc. gegen die iſolirte äußere Belegung, ſo werden ſogleich ſtarke und häufige Funken entſtehen, und ſo oft der Conductor dem Knopfe A einen Funken giebt, ſo oft bekömmt auch der Finger einen aus der äußern Belegung. Offenbar darum, weil die innere Seite nur dann mehr + E annehmen kan, wenn die äußere eben ſoviel — E zu erhalten, oder + E abzugeben, Gelegenheit hat.

Wenn man hiebey ſtatt des Fingers oder Schlüſſels den Knopf einer zweyten nicht iſolirten Flaſche nimmt, ſo wird auch dieſe durch die Funken der erſten geladen, und ſo zeigt ſich von ſelbſt, wie ſich mehrere Flaſchen auf einmal laden laſſen.

Die Ladung findet ſich nicht in den Belegungen, ſondern auf der Glasfläche ſelbſt. Man kan die Belegungen abnehmen, und die Ladung bleibt doch in der Flaſche, wie ſich leicht verſuchen läßt, wenn die innere Belegung aus Schrot beſtehet, den man ausſchütten kan, die äußere aber aus Zinnfolie, die nur leicht mit etwas Wachs angeklebt iſt.

Die **Entladung** der leidner Flaſche wird bewirkt, wenn man eine leitende Verbindung von einer Seite derſelben bis zur andern führt, auch nur ſo weit, bis ſie der andern Seite ſo nahe kömmt, daß die Elektricität derſelben die zwiſchenliegende Luft durchbrechen kan. Man bedient ſich gewöhnlich dazu des Ausladers, ſ. **Auslader**, deſſen eines Ende an die äußere Belegung angeſetzt, das andere aber gegen den Knopf A genähert wird. Sobald dieſes Ende in den gehörigen Abſtand vom Knopfe, in die Schlagweite, kömmt, ſo bricht zwiſchen beyden ein ſtarker Funken mit einem heftigen Laute aus, und die Ladung der Flaſche iſt, bis auf einen kleinen Ueberreſt, verſchwunden. Dieſe Erſcheinung heißt der **elektriſche**

Schlag (explosio electrica, *explosion électrique*, *coup foudroyant*).

Wenn die Ladung nicht allzuſtark iſt, ſo kan man dieſen Schlag durch den Körper eines oder mehrerer Menſchen gehen laſſen. Iſt es nur einer, ſo faßt er die Flaſche an der äußern Belegung mit einer Hand, und nähert den Finger der andern Hand gegen ihren Knopf; ſind es mehrere, ſo viel ihrer auch ſeyn mögen, ſo ſtellen ſie ſich in einen Kreis, geben ſich die Hände, der Erſte faßt die Flaſche mit der Hand, der Letzte bringt den Finger gegen den Knopf. Sobald der Schlag ausbricht, fühlen Alle, wenn es auch Hundert und Mehrere wären, in demſelben Augenblicke eine heftige Erſchütterung, vorzüglich in den Gelenken der Hände, Arme und Schultern, und in der Bruſt, die eine ſchmerzhafte Empfindung zurückläßt. Davon heißt der Schlag auch die **elektriſche Erſchütterung** (concuſſio, commotio electrica, *commotion électrique*). Iſt die Ladung ſtark, ſo darf man ſich dem Schlage nicht ausſetzen, weil er alsdann Thiere zu tödten vermögend iſt. Der Funken iſt beym elektriſchen Schlage zwar kürzer, aber ungleich dichter, heftiger und mit einem ſtärkern Schalle verbunden, als der, welcher aus einem blos einfachen Leiter gezogen wird. Ueberhaupt bringt die Elektricität bey der Entladung der Flaſchen und Platten ihre erſtaunlichſten Wirkungen hervor, und heißt daher die **verſtärkte Elektricität.**

Es kan aber auch die Entladung einer Flaſche **ſtillſchweigend**, d. i. ohne Schlag bewirkt werden, wenn man beyde Seiten derſelben allmählig von ihren Elektricitäten befreyen kan, (eine allein zu befreyen, iſt wegen des Wirkungskreiſes der andern unmöglich). Dies geſchieht z. B. wenn man beyde Seiten wechſelsweiſe berührt oder mit der Erde verbindet, oder wenn man die äußere Seite allein in dieſe Verbindung ſetzt, und an den meſſingnen Drath eine Spitze bringt, oder im Fall er ſpitzig geendet iſt, die Kugel davon abſchraubt, wobey die Elektricität der innern Seite ſich ſtill durch die Spitze zerſtreut, ſ. **Spitzen**; auch wenn man die eine Belegung mit der Erde verbindet, und die andere eine

Zeitlang der Luft ausſetzt, wodurch ſie ihre Elektricität ebenfalls nach und nach verliert, weil in der Luft viel leitende Theile ſchweben. Eben daher verlieren die gewöhnlichen Flaſchen ihre Ladung in kurzer Zeit von ſelbſt. So erfolgt auch eine ſtille Entladung, wenn man um die äuſſere Belegung einen meſſingnen Ring legt, aus dem ein krummgebogner Drath mit einem Knopfe bis E Taf. IX. Fig. 32. heraufgeht, ſo daß die Knöpfe A und E ſich gegenüber ſtehen. Wenn man dann einen leichten Körper B an einem Faden aufhängt, ſo wird er wechſelsweiſe von A und B angezogen, führt nach und nach die Elektricität der einen Seite in die andere über, und entladet die Flaſche. Man formt den Körper B, wie eine Spinne, daher der Verſuch den Namen der **elektriſchen Spinne** führt.

Wenn man die eine Belegung einer geladnen Flaſche allein mit dem Finger oder einer andern Leiter berührt, ſo zeigt ſich dabey nichts Beſonders (bisweilen nur ein kleiner Funken am Knopfe), der Schlag erfolgt erſt, wenn ſich die leitende Verbindung bis an die andere Seite erſtreckt. Daher kan man die geladnen Flaſchen ſicher beym Knopfe oder von außen anfaſſen und forttragen, wenn man nur damit nicht einen andern Theil des Körpers, oder die Kleider berührt.

Die leitende Verbindung zwiſchen beyden Seiten der Flaſche, der **Verbindungs-Kreis**, darf nicht eben aus einem einzigen ununterbrochnen Leiter beſtehen. Man kan ihn ſehr lang machen, und mancherley Körper hineinbringen, wenn dieſe nur alle Leiter ſind. So können ſehr viele Perſonen, die einander anfaſſen, den Kreis ausmachen. Man glaubte vor nicht langer Zeit in Paris, die Leitung werde unterbrochen, wenn man Caſtraten oder impotentes einſtelle; aber dieſer Wahn ward falſch befunden (*Sigaud de la Fond* Precis hiſtorique et experimental des phénomenes électriques. Paris, 1781. 8. p. 285.). Der Schlag nimmt aber immer den Weg durch die beſten Leiter, durch die er am leichteſten und mit dem wenigſten Widerſtande zum Ziele kommen kan: ſind daher mehr Verbindungen vorhanden, ſo vertheilt er ſich ſelten unter alle, ſondern

zieht z. B. die metalliſche, oder die durch feuchte Körper gehende vor, zumal wenn ſie zugleich die kürzeſte iſt. Wenn der Kreis alſo aus vielen Perſonen beſteht, und der Boden feucht iſt, ſo fühlen die Mittlern den Schlag nicht, weil er den leichtern und kürzern Weg von den Erſten bis zu den Letzten durch den feuchten Boden nimmt. Man kan ſogar das Waſſer eines Fluſſes, oder einen langen Strich feuchtes Erdreich zu einem Theile der Verbindung machen. Dahin gehört **Winklers** Verſuch im Apelſchen Garten zu Leipzig d. 28. Jul. 1746. (ſ. **Prieſtley** Geſch. der Elektr. S. 59.), wobey drey Flaſchen in der Pleiße ſtanden, welche entladen wurden, wenn man die Verbindungskette dreyßig Ellen weit davon ebenfalls in den Fluß hieng, und das andere Ende an den mit den Flaſchen entbundenen Conductor brachte. **D. Watſon** trieb 1747 mit einigen Mitgliedern der königlichen Societät dieſe Verſuche noch weiter, (**Prieſtley** S. 71. u. f.), und leitete endlich den elektriſchen Schlag durch eine Verbindung von vier engliſchen Meilen, nemlich zwo Meilen Drath, und zwo Meilen trocknen Erdboden. Dieſen großen Raum legte die Elektricitat **in einem Augenblicke** zurück. Es hat aber **Volta** (*Rozier* Iournal de phyſique. 1779.) durch Verſuche erwieſen, daß bey großen Verbindungskreiſen die Elektricität nicht in einem ununterbrochnen Strome durch den ganzen Kreis gehet, daß vielmehr jede Seite ihren beſondern Strom erreget, und ihre Elektricität den nächſten Leitern abgiebt. Dem zu Folge entſtand in jenen freylich ſehr täuſchenden Verſuchen des **Watſon** der elektriſche Schlag an jedem Ende für ſich, und ohne Zuſammenhang mit dem andern Ende, wodurch das Unbegreifliche dabey auf einmal verſchwindet.

Durch elektriſche Körper geht die Erſchütterung nicht, ſie müßte denn ſtark genug ſeyn, ſie mit Gewalt zu durchbrechen, wobey allezeit ein Funken und eine Exploſion entſteht. Wenn daher die Verbindung durch eine Reihe nicht ganz zuſammenhängender, ſondern nur nahe an einander ſtehender Körper gemacht wird, ſo entſtehet zwiſchen jedem Paare dieſer Körper ein Funken, weil die Elektricität die

Luft durchbrechen muß. Hierauf gründen ſich allerley elektriſche Spielwerke, z. B. man klebt mit Hauſenblaſe viereckichte Stückchen von Goldblättchen nahe neben einander auf eine Glastafel, daß das Ganze eine Sonne, einen Namen u. dgl. vorſtellt, und entladet eine Flaſche dadurch, ſo zeigt ſich die Sonne ꝛc. auf einen Augenblick mit dem lebhafteſten Feuer, welches im Dunkeln viel Wirkung thut. Der Abt **Nollet** iſt der Erfinder hievon, und man kan die dabey zu beobachtenden Vortheile beym **Sigaud de la Fond** (Geſchichte der medizíniſchen und phyſikaliſchen Elektricität, von **Kühn**. Leipzig, 1783. gr. 8. S. 240 u. f.) und **Guyot** (Phyſikal. und mathemat. Beluſtigungen, Th. IV. S. 300 — 310.) finden.

Wenn der Verbindungskreis durch **unvollkommne** Leiter, z. B. durch Stücke trocknen Holzes, durch innwendig angefeuchtete Glasröhren ꝛc. unterbrochen wird, ſo entſtehen dadurch anhaltend **ſchneidende** Funken oder Büſchel, die nicht erſchüttern, aber an dem Theile des Leibes, wo ſie einſtrömen, eine höchſt widrige Empfindung verurſachen. Man kan damit holzichten, etwas ſpitzgeſchnittenen Zunder und ſogar lockeres, nicht in Patronen eingeſchloßnes, Schießpulver zünden (ſ. Magazin für das Neuſte aus der Phyſ. und Naturg. von Herrn **Lichtenberg**, II. B. 2 St. S. 70.).

Durch die Entladung verliert die Flaſche ihre Elektricität. In den meiſten Fällen aber bleibt noch ein **Ueberreſt** der Ladung zurück, der, wenn ſie ſtark geweſen iſt, oft noch einen zweyten ziemlich beträchtlichen Schlag geben kan.

Es laſſen ſich mit der leidner Flaſche ungemein viel belehrende und unterhaltende Verſuche anſtellen. Verzeichniſſe und Beſchreibungen derſelben findet man beym **Cavallo** (Vollſt. Abhandl. der Lehre von der Elektr. III. Buch 7 Cap.), **Adams** (Verſuch über die Elektr. a. d. Engl. Leipz. 1785. gr. 8. Cap. 7.) und **Donndorf** (Lehre von der Elektr. I. Band. S. 344 u. f. II. Band Cap. 19. Verſ. 22. u. f. von S. 825). Die ſtärkſten

Wirkungen erfolgen, wenn mehrere Flaſchen mit einander verbunden und zuſammen entladen werden, ſ. **Batterie, elektriſche.** Von den Phänomenen und Wirkungen der elektriſchen Erſchütterung ſelbſt werde ich bey dem Worte: **Schlag, elektriſcher** reden.

Geſchichte des leidner Verſuchs.

Schon der Engländer **Stephan Gray** fühlte im Jahre 1735, als er ſich mit Ausziehung elektriſcher Funken aus dem Waſſer beſchäftigte, die Erſchütterung der verſtärkten Elektricität (Philoſ. Trans. no. 436. *I. D. Titius* de electrici experimenti Lugdunenſis inventore primo. Witteb. 1771. 4.). Da er aber die Bemerkung nicht weiter verfolgt hat; ſo kan man ihn nicht als den Erfinder dieſes merkwürdigen Verſuchs anſehen.

Die Ehre, eine ſo wichtige Entdeckung gemacht zu haben, die alle Naturforſcher in Erſtaunen ſetzte, und dem Studium der Elektricität ein neues Leben gab, gehört ganz unſtreitig einem deutſchen Prälaten, dem Herrn **von Kleiſt**, Dechanten des Domcapituls zu Camin in Pommern, welcher am 11. Oct. 1745 die verſtärkte Elektricität ſelbſt entdeckte, am 4. Nov. darauf dem **D. Lieberkühn** in Berlin, am 28. Nov. dem Prediger **Swietlicki** in Danzig und bald nachher auch dem Profeſſor **Krüger** in Halle Nachrichten davon gab, welche der Erſte der berliner Akademie der Wiſſenſchaften, der Zweyte der danziger naturforſchenden Geſellſchaft mittheilte, und der Dritte ſchon 1746 drucken ließ (**Krügers** Geſchichte der Erde, Halle 1746. 8. S. 177. u. f.). Dieſe Nachrichten enthalten Folgendes. „Wenn ein Nagel oder ſtarker meſſingner Drath „in ein kleines Arzneyglas geſteckt und elektriſirt wird, ſo „erfolgen beſonders ſtarke Wirkungen. Das Gläschen „muß recht trocken oder warm ſeyn. Man kan es vorher „mit Kreide reiben. Thut man ein wenig Queckſilber „oder Weingeiſt hinein, ſo geht alles noch beſſer von ſtatten. Sobald das Gläschen von der elektriſchen Röhre „weggenommen wird, ſo äußert ſich der leuchtende Stra„lenbüſchel, und man kan mit dieſer brennenden Maſchine

„über 60 Schritte weit im Zimmer herumgehen. Wird „währendem Elektriſiren der Finger oder ein Stück Geld „an den Nagel gehalten, ſo iſt der herausfahrende Schlag „ſo ſtark, daß Arme und Achſeln davon erſchüttert werden. „Eine iſolirte Röhre läßt ſich dadurch weit ſtärker elektriſi„ren, als unmittelbar durch die Kugel. Wird ein Con„ductor elektriſirt, der im Gläschen befindliche Nagel dar„an gehalten, und mit Elektriſiren fortgefahren, ſo ſollte „man kaum glauben, in welche Stärke die Elektricität ge„ſetzt werde. Iſt das Gläschen niedrig, daß ſich die Fin„ger in der gehörigen Weite befinden, ſo ſchlägt der Fun„ken von ſelbſt aus dem Nagel auf den Finger zu. Dünn„hälſige Gläſer ſind ein paarmal durch den heftigen Schlag „zerſprengt worden u. ſ. w.“ Man ſieht, daß hiebey das Glas wirklich geladen war, wobey das hineingegoßne Queckſilber die innere, die darum gelegte Hand aber die äußere Belegung ausmachte. Man bemühete ſich in Danzig, den Verſuch nachzuahmen, und **Gralath** war der Erſte, dem er gelang, jedoch erſt nach erhaltener ausführlicher Anweiſung des Herrn von Kleiſt, welche 1747 (Abhandlung. der naturforſchenden Geſellſch. in Danzig. Th. I. 1747. 4. S. 512.) öffentlich bekannt gemacht wurde.

Zu Anfang des Jahres 1746 ſchrieb **Muſſchenbroek** aus Leiden an **Reaumür**, er ſey auf einen ſchrecklichen Verſuch gerathen, mit einer Erſchütterung, der er ſich nicht für die Krone Frankreichs zum Zweytenmal ausſetzen möchte: **Allamand**, ebenfalls Profeſſor in Leiden, wiederholte dieſes in einem Briefe an **Nollet**, und im Februar auch in einem eignen Aufſatze (Mém. de l'acad. des Sc. 1746. p. 2.).

Der Abt **Nollet** nannte daher die Entdeckung den **leidner Verſuch**, welchen Namen ſie auch behalten hat, ob ſie gleich weit richtiger der **kleiſtiſche Verſuch** heißt.

Man fieng in Frankreich an, **Muſſchenbroek** für den Erfinder zu halten, als **Allamand** noch im Jahre 1746 ſowohl an **Nollet**, als an **Gralath** meldete, die erſte Entdeckung gehöre eigentlich einem angeſehenen Privatmanne in Leiden **Cunäus** zu, der ſchon 1745 zufälliger

Weiſe darauf gekommen ſey. Es iſt nicht wahrſcheinlich, daß dieſer Mann etwas von der Entdeckung des deutſchen Prälaten gewußt habe; inzwiſchen bleibt dieſem Letztern unſtreitig das Verdienſt der erſten Erfindung und Bekanntmachung.

Muſſchenbroek erzählt, er und ſeine Freunde hätten darauf gedacht, elektriſirte Körper, weil ſie an der Luft die Elektricität ſo bald verlöhren, zu iſoliren, und hätten daher Waſſer in gläſernen Flaſchen durch einen mit der Maſchine communicirenden Drath elektriſirt. Dabey habe er, als er eine ſolche Flaſche in der einen Hand gehalten, und mit der andern den Drath von der Maſchine habe losmachen wollen, einen ſchrecklichen Schlag in ſeinen Armen und der Bruſt bekommen, den ſie alle bey wiederholtem Verſuche ebenfalls empfunden hätten, und von deſſen Wirkung auf ihren Körper ſie fürchterliche Beſchreibungen machen.

Dieſe Nachrichten erregten ein unbeſchreibliches Aufſehen, und machten die Elektricität zum Gegenſtande der allgemeinen Unterredung. **Gralath** und **Winkler** aber waren die Erſten, welche der Erfindung ſelbſt etwas zuſetzten. Gralath vertauſchte Gläschen, Nagel und Weingeiſt mit einer größern Flaſche, einem Drathe mit der Kugel, und mit Waſſer, zeigte ſchon den 20 Apr. 1746 einen Verbindungskreis von 20 Perſonen, erfand die Batterie, und entdeckte die Unmöglichkeit, geſprungne Flaſchen zu laden, ingleichen den ſogenannten Ueberreſt der Ladung. **Winkler**, dem die Erſchütterung ſehr empfindlich geweſen war, (*Winkler* on the effects of electricity upon himſelf and his wife. Phil. Trans. no. 480.) erfand eine Veranſtaltung, die verſtärkte Elektricität von ferne zu beobachten, und ſtellte die obenangeführten Verſuche an, wobey ein Theil der Pleiſſe in die Verbindung gebracht ward.

Die meiſten Erweiterungen aber hat **D. Watſon** in den folgenden Jahren (Philoſ. Transact. 1748. 1749. etc. no. 477. 478. 482. 485. 489.) hinzugeſetzt. Er fand, daß die Stärke des Schlags nicht von der Menge der Materie in der Flaſche, ſondern blos von der Größe der Fläche,

die ſie berührt, abhänge, welches dem D. **Bevis** Anlaß gab, die Belegung mit Zinnfolie zu erfinden. Er gab zuerſt eine Erklärung des räthſelhaften Phänomens der Ladung, und ordnete 1747 die ins Große gehenden Verſuche über die Verbindungskreiſe und die Geſchwindigkeit des Schlages an, wobey ganze Striche Landes mit in die Verbindung gezogen wurden. **Wilſon** tauchte die Flaſchen auch von außen in Waſſer, entdeckte das wahre Verhältniß der Stärke des Schlages, nahm wahr, daß derſelbe den Weg wählt, bey dem er am wenigſten Widerſtand antrift, bemerkte die Lateral-exploſion u. ſ. f.

In Frankreich ſtellte der Abt **Nollet** die erſten Verſuche an, entdeckte zufällig, daß eine luftleere Flaſche alle Dienſte einer belegten thue, machte Verbindungskreiſe von 180 Perſonen, die ſich mit eiſernen Dräthen verbanden, und einen Umkreis von 900 Toiſen bildeten, und tödtete zuerſt Thiere durch den Schlag. **Le Monnier** fand, daß die Ladung eine Zeit lang (bey kaltem Wetter 36 Stunden) in den Flaſchen bleibe, und that ſich noch vor D. **Watſon** durch Verſuche mit langen Verbindungskreiſen, in die auch große Waſſerbaſſins gebracht wurden, hervor. In England ſowohl als in Frankreich hatte man ſchon wahrgenommen, daß iſolirte Flaſchen nicht geladen werden konnten, und daß die Belegung geladner Flaſchen leichte Körper anzog, wenn man den Drath berührte, hingegen dieſelben abſtieß, wenn man den Finger an die Belegung brachte. Dieſe Verſuche hätten darauf führen können, daß die Elektricitäten beyder Seiten entgegengeſetzt ſind; allein man überſahe dies, und bildete ſich ein, das elektriſche Feuer ſtröme aus der Hand oder aus den Leitern, die die Flaſche von außen berührten, durch das Glas hindurch in die innere Belegung.

Indem alſo die Erklärung der leidner Flaſche den europäiſchen Naturforſchern ein Geheimniß blieb, verbreitete ſich auf einmal ein unerwartetes Licht darüber durch die Briefe des D. **Franklin** in Philadelphia. (New experiments and obſ. on electricity in ſeveral lettres to Mr.

Collinſon. Lond. 1751. 4. Benj. Franklins Briefe von der Elektricität, überſ. v. J. C. Wilke. Leipz. 1758. 8.) Dieſer ſcharfſinnige Naturforſcher hatte ſchon vorher, ſo wie Watſon, bemerkt, daß bey der gemeinen Erregung der Elektricität das Reibzeug dasjenige hergiebt, was die Glaskugel erhält; dieſe Bemerkung hatte ihn bewogen, die beyden Elektricitäten des Glaſes und Reibzeugs als Ueberfluß und Mangel einander entgegenzuſetzen, und mit den Namen der poſitiven und negativen zu unterſcheiden. Da er nun bey ſeinen Verſuchen mit der leidner Flaſche gewahr ward, daß eine an Seide hängende Korkkugel von der äußern Belegung angezogen werde, wenn ſie von dem mit der innern Seite verbundnen Drathe abgeſtoßen wird, und daß man durch den hierauf gegründeten Verſuch mit der elektriſchen Spinne die Flaſche entladen, oder die Elektricität der einen Seite in die andere überführen könne, ſo folgte aus ſeinen ſo wohl überdachten Grundſätzen von ſelbſt, daß bey der Ladung die Elektricitäten beyder Seiten einander entgegengeſetzt ſeyn müßten. Dieſe Entdeckung ließ ihn ſehr tiefe Blicke in das Geheimniß der leidner Flaſche thun, und ob er gleich bey ſeiner Theorie noch vieles Willkührliche hinzufügen mußte, ſo erklärte doch dieſelbe alle damals bekannte Erſcheinungen ſo deutlich, daß ſie den entſchiedenſten Beyfall der meiſten ſeiner Zeitgenoſſen erhielt.

Dieſe Theorie führte ihn zugleich auf Beobachtung vieler neuen Erſcheinungen des Ladens, Entladens und elektriſchen Schlags, und auf die Erfindung einer zahlreichen Menge von neuen Verſuchen, ſo daß das meiſte, was noch jetzt über die leidner Flaſche vorgetragen wird, aus ſeinen Briefen geſchöpft iſt, welche auf einmal den größten Theil der vorigen Dunkelheit dieſer Lehre zerſtreuten. Hiezu kamen noch ſeine vortreflichen Entdeckungen über den Blitz, die Wirkung der Spitzen ꝛc. und die nützlichen Anwendungen derſelben auf die Blitzableiter und Beobachtung der Luftelektricität, wovon in dieſem Wörterbuche unter beſondern Artikeln gehandelt wird. Daher erregten ſeine Briefe mit Recht eine allgemeine Bewunderung; nur einige franzöſiſche Naturforſcher, insbeſondere Nollet, wi-

derſprachen ſeiner Theorie, und bezweifelten den Nutzen ſeiner Entdeckungen.

Prieſtley (Geſch. der Elektr. S. 179 — 186,) erzählt verſchiedene einzelne Erfindungen, welche von den Naturforſchern zu den franklinſchen hinzugeſetzt worden ſind. Die vornehmſten ſind der Herren **Wilke** und **Aepinus** Ladung einer Luftſcheibe, ſ. **Blitz**, **Beccaria**'s Ladung von Harz- Schwefel- und Siegellackplatten und verſchiedene andere über die Wirkungen des elektriſchen Schlags, und die Erſcheinungen des Lichts gemachte Verſuche, welche zum Theil zur Beſtätigung des franklinſchen Satzes, daß die Entladung ſtets aus der poſitiven Seite in die negative gehe, dienen ſollten.

Das von **Wilke** und **Aepinus** (*Wilke* diſſ. de electricitatibus contrariis. Roſtoch. 1757. 4.) entdeckte Geſetz der **elektriſchen Wirkungskreiſe** klärte die Theorie der leidner Flaſche noch mehr auf, und **Wilke** nahm davon Gelegenheit, alles, was bey der Ladung ſowohl in den Glasflächen, als in den Belegungen vorgeht, genauer zu unterſuchen (Von den entgegengeſetzten Elektricitäten bey der Ladung und den dazu gehörigen Theilen, in den ſchwed. Abhandl. 1762. S. 213. u. f.). Dieſe Unterſuchungen, welche im Grunde auch die Erfindung des Elektrophors enthalten, leiteten Herrn **Wilke** ſchon damals auf die Vermuthung, daß ſich die Phänomene der Ladung aus der Hypotheſe von zwoen Materien, die er Feuer und Säure nennt, beſſer, als nach Franklin erklären ließen, welcher Gedanke durch die neuern Entdeckungen noch mehr beſtätiget worden iſt.

Herr **Volta**, ein zweyter Franklin in der Lehre der Elektricität, hat im Jahre 1775 den elektriſchen Apparat nicht nur mit dem für Theorie und Praxis ſo wichtigen **Elektrophor** vermehrt, der im Zuſtande der Ladung nichts anders, als eine entladne leidner Flaſche iſt, ſondern er hat auch, bey Veranlaſſung ſeiner über dieſes Werkzeug gegebnen Erklärungen, die Wirkungen der Elektricität aus einem ganz neuen Geſichtspunkte zu betrachten angefangen. Er ſahe zuerſt darauf, daß ein **elektriſirter Körper**, wenn

er den Zuſtand eines andern, der in ſeinen Wirkungskreis kommt, verändert, dadurch auch ſelbſt eine Veränderung leidet, und darinn ſo lange beharret, bis der andere Körper aus ſeinem Wirkungskreiſe entfernt wird. Dies iſt das eigne Geſetz ſeiner Theorie, welche er in einer eignen Abhandlung (Philoſ. Transact. 1782.) umſtändlich aus einander geſetzt hat. Aber ſchon ſeine frühern Schriften haben die neuern Phyſiker veranlaſſet, mehr darauf Acht zu geben, daß beyde entgegengeſetzte Elektricitäten bey ihren Wirkungen ſich wechſelſeitig binden.

Hiedurch ſind die neuern Erklärungen der leidner Flaſche ſehr einfach und leicht geworden, beſonders ſo, wie ſie Herr **Lichtenberg** in ſeiner Ausgabe der Erxlebenſchen Anfangsgründe der Naturlehre mit Bezeichnung der poſitiven Elektricität durch + E und der negativen durch — E vorgetragen hat. Sie laſſen ſich mit beyden Hypotheſen, der frankliniſchen ſowohl, als der ſymmerſchen von zwoen Materien, vereinigen, und leiten blos die Erſcheinungen aus unbezweifelt erwieſenen Geſetzen der Elektricität ab.

Neuere von **Volta**, **Cavallo**, **Henly**, **Nairne**, **Lord Mahon**, **Sigaud de la Fond** u. a. gemachte Verſuche mit Ladungsflaſchen oder Verbeſſerungen des dazu gehörigen Apparats können hier nicht umſtändlich erzählt werden, ſind auch zum Theil in den die Elektricität betreffenden Artikeln dieſes Wörterbuchs angeführt worden.

Theorien der leidner Flaſche.

Die unerwartete Entdeckung des leidner Verſuchs ſetzte die Naturforſcher in nicht geringe Verlegenheit. Sie zeigte die Nichtigkeit aller vorherigen Theorien der Elektricität, und ſtellte eine Erſcheinung dar, die kein Phyſiker vermögend einer Theorie hätte vorausſehen können.

Inzwiſchen verſuchte **Nollet** ſogleich (Mém. de l'acad. roy. des Sc. ann. 1746. p. 1. ſq.), ſeine Hypotheſe der gleichzeitigen Aus- und Zuflüſſe (man ſ. den erſten Theil dieſes Wörterbuchs, S. 756.) darauf anzuwenden. Er erklärt demnach die Erſchütterung aus dem heftigen und doppelten

Stoße, der durch das Zuſammentreffen der elektriſchen Ströme im menſchlichen Körper ꝛc. entſtehe, wenn die Ausflüſſe aus dem Knopfe und der Belegung den Zuflüſſen aus den beyden Händen des Experimentators begegneten. Das Gefäß müſſe von Glas ſeyn, damit der Drath nicht gleich bey der Berührung der äußern Fläche ſeine Elektricität durch einen einfachen Funken verliere. Er behauptet ſchlechterdings, es könne auch eine iſolirte Flaſche geladen werden; denn ſeine Hypotheſe enthält keinen Grund, warum es unmöglich ſeyn ſollte. Er läugnet beym Entladen die Nothwendigkeit, beyde Seiten zu verbinden, und ſieht überhaupt die Ladung blos für Ueberfüllung mit elektriſcher Materie an, ohne die entgegengeſetzten Elektricitäten zu unterſcheiden. Die fernern Entdeckungen machten dieſe Theorie gar bald unzureichend. **Nollet** aber hat ſie mit einer faſt unglaublichen Standhaftigkeit vertheidiget, und allen ſeinen Scharfſinn aufgeboten, um die Schwierigkeiten zu heben, die ihm faſt jeder neuerfundene Verſuch darſtellte.

Franklins Theorie (ſ. dieſes Wörterbuchs I. Th. S. 759.) erklärt den leidner Verſuch weit glücklicher. Dennoch mußte man dabey, außer den allgemeinen Sätzen der franklinſchen Theorie, noch die Undurchdringlichkeit des Glaſes für die elektriſche Materie, und den Grundſatz annehmen, daß das Glas, ſo wie jeder elektriſche Körper, nur eine gewiſſe Menge elektriſcher Materie zu enthalten vermöge, ſo daß es unmöglich ſey, einer Seite des Glaſes etwas zu geben oder zu entziehen, wofern nicht die andere Seite eben ſo viel verlieren oder bekommen könne. Dieſer letzte Satz klingt freylich etwas dunkel und ſonderbar; aber die Schwierigkeit liegt nur im Ausdrucke, und alles wird deutlich, ſo bald man damit das Geſetz der Wirkungskreiſe verbindet. Wenn nemlich das Glas dünn iſt, ſo liegt jede Seite im Wirkungskreiſe der andern, und ein Zuſatz von poſitiver Elektricität in der einen muß einen gleichen Zuſatz von negativer, oder nach Fr. einen gleichen Verluſt von elektriſcher Materie in der andern veranlaſſen. Iſt das letztere nicht möglich, wie z. B. bey iſolirten Flaſchen, ſo kan auch das Erſte nicht ſtatt finden, d. h. jene Seite kan den Zuſatz von

poſitiver Elektricität gar nicht annehmen, weil er durch die Wirkung der andern Seite abgeſtoßen wird. Dies haben aber **Wilke** und **Aepinus** erſt deutlich gelehrt; und daraus erklären ſich alle Erſcheinungen der geladnen Flaſche ganz leicht, wenn man nur annimmt, daß dünnes Glas die Wirkungskreiſe oder die **Vertheilung** der Elektricität nicht hindere, ob es gleich die **Mittheilung** derſelben unmöglich macht.

Die Erſcheinungen des Ladens und Entladens laſſen ſich am kürzeſten erklären, wenn man ſich der Zeichen + E und — E für die poſitive und negative Elektricität, und der Worte: **Binden** und **Freylaſſen** bey den Wirkungen der Vertheilung bedient. Dies iſt eine Sprache, die ſich nach allen Syſtemen überſetzen läßt. Ich will dieſe Erklärungen hier in eben der Ordnung mittheilen, nach welcher ich oben die Erſcheinungen ſelbſt vorgetragen habe.

Verbindet man eine Seite der Flaſche mit dem Conductor der Maſchine, die andere mit dem Reibzeuge, ſo erhält jene + E dieſe verliert + E, und erhält — E beydes in gleichem Grade, ja es kömmt ſogar eben das + E durch den Conductor in jene, welches aus dieſer in das Reibzeug gegangen iſt. Beyde E binden ſich, daher die Flaſche, ſo lange nichts weiter vorgeht, keine elektriſchen Phänomene zeigt.

Wenn man auch nur **die innere Seite** allein mit dem Conductor verbindet, ſo erhält ſie mehr + E, daher wird faſt eben ſo viel + E der äußern Seite frey, und mehr — E in ihr gebunden. Iſt ſie alſo mit hinlänglichen Leitern verbunden, ſo giebt ſie an dieſe das freye + E ab, und nimmt dagegen ſo viel — E an, als das + E der innern Seite bindet. Daher wird auch in dieſem Falle die Flaſche geladen. Hiebey iſt noch zu bemerken, daß das + E der innern Seite doch nicht ganz ſo viel — E in die äußere bringt, daß es dadurch völlig gebunden würde. Ein Theil des + E an der mit dem Conductor verbundnen Seite bleibt alſo noch immer **frey**, daher auch der Knopf der Flaſche, wenn man ihn allein berührt, einen kleinen Funken giebt.

Iſt aber die äußere Seite **iſolirt**, ſo kan ſich ihr E gar nicht ändern. Daher kan auch das E der innern Seite keinen Zuſatz annehmen, weil ihn das ſchon genug beſchäftigte E der äußern Seite nicht binden kan. Er bleibt alſo frey, und geht in den Leiter zurück; mithin kan eine iſolirte Flaſche nicht geladen werden.

Wird umgekehrt die äußere Seite mit + E verbunden, und die innere **nicht iſolirt**, ſo erhält jene + E, dieſe gleich viel — E aus der Erde. Wird die innere Seite mit — E verbunden, und die äußere **nicht iſolirt**, ſo erhält jene — E, dieſe eben ſo viel + E aus der Erde.

Verbindet man die Seiten nicht völlig mit dem Conductor und mit Leitern, ſondern nähert man ſie nur daran, ſo gehen + E und — E durch Funken in ſie über. Das übrige richtet ſich alles nach den vorigen Regeln.

Die **Entladung** erfolgt, wenn man die ſehr ſtark gewordenen ∓ E beyder Seiten durch Leiter verbindet: dann gehen ſie in einander über, und die beyden Seiten befreyen einander ſelbſt von ihren Elektricitäten. Daß die Wirkungen hiebey ſo heftig ſind, rührt wohl von nichts anderm, als von der großen Menge des E her, das zuvor in beyden Seiten ſich wechſelſeitig gebunden hielt, und nun plötzlich frey wird. Dieſes E ſteigt in der geladnen Flaſche, und noch mehr in den Batterien, zu einer ſolchen Menge an, daß damit die Elektricität eines noch ſo ſtarken Conductors in keine Vergleichung kömmt. Nemlich die eine Seite kan ſo lang mehr + E annehmen, als die andere mehr — E erhalten kan, folglich hat die Stärke der Ladung keine Grenzen, als die, die ihr die Zerbrechlichkeit des Glaſes ſetzt, welches doch von allzu ſtarken Elektricitäten endlich eben ſo, wie die Luft, mit einem Schlage durchbrochen wird.

Die **elektriſche Spinne** wird vom Knopfe der Flaſche angezogen, erhält etwas + E, und wird darauf nach dem Geſetz der Wirkungskreiſe wieder abgeſtoßen. In dieſem Zuſtande zieht ſie der Knopf E, Taf. IX. Fig. 32., an, nimmt ihr + E in ſich, theilt ihr — E mit, und ſtößt ſie dann wieder ab. So wird ſie wieder von A angezogen, dem ſie ihr — E mittheilt und + E dagegen annimmt, bis ſie

endlich alles + E und — E beyder Seiten allmählich übergeführt, und dadurch die Entladung in der Stille bewirkt hat.

Wenn man nur eine Seite allein berührt, ſo kan kein Schlag erfolgen, weil das E der berührten Seite nicht **frey** iſt. Oft iſt ein kleiner Theil davon frey, und man erhält einen kleinen unbedeutenden Funken aus der Seite, die mit der Maſchine verbunden geweſen iſt, zumal wenn die andere Seite nicht iſolirt iſt.

Dieſe Erklärungen (denn die übrigen angeführten Erſcheinungen ſind von keiner Theorie abhängig) verwandeln ſich in die **frankliniſchen**, wenn man nur ſtatt + E Ueberfluß, ſtatt — E Mangel an elektriſcher Materie ſetzt; beym **binden** und **freylaſſen** aber den erwähnten frankliniſchen Satz ſubſtituirt, daß eine Seite des Glaſes gerade ſo viel Mangel haben müſſe, als die andere Ueberfluß hat, daher gleichſam jeder Mangel einen gleichen Ueberfluß der andern Seite bindet, den die Erſetzung jenes Mangels wieder frey läßt. Es ſind hingegen die **ſymmerſchen** Erklärungen, wenn man ſich unter + E und — E zwo beſondere reelle Subſtanzen denkt, welches letztere ich wenigſtens weit natürlicher, als das Erſtere finde, weil es mir ſchwer wird zu begreifen, wie Mangel und Ueberfluß von einerley Subſtanz ſo thätig auf einander wirken können. Auch ſind dieſe Erklärungen ganz dem Geſetze des Herrn **Volta** gemäß, weil dabey durchgängig angenommen iſt, daß das E, welches ein anderes bindet, zugleich ſelbſt gebunden, d. i. zu allen weitern Wirkungen unfähig werde.

Ganz neuerlich und erſt nach dem Abdrucke des erſten Theils von dieſem Wörterbuche hat Herr **de Lüc** in ſeinen *Idees ſur la méteorologie* eine neue, wenigſtens ſehr ſinnreiche, Theorie der Elektricität vorgetragen, welche nur eine **einzige** elektriſche Materie vorausſetzt, und von der ich in möglichſter Kürze noch etwas, als einen Zuſatz zum Artikel: **Elektricität**, beyfügen muß. Er glaubt eine große Aehnlichkeit der Elektricität mit den **Waſſerdünſten** wahrzunehmen, und hält daher das **elektriſche Fluidum** für einen **Dunſt**, d. i. für eine Materie, deren **fortleitendes Fluidum** mit ihrer **ſchweren Subſtanz** nur ſchwach ver-

bunden iſt, ſo wie bey den Waſſerdünſten, das **Feuer** mit dem **Waſſer**. Jenes nennt er hiebey **elektriſches fortleitendes Fluidum**, dieſe, die ſchwere Subſtanz, **elektriſche Materie**. So, wie z. B. das Feuer aus den Dünſten mit Zurücklaſſung des Waſſers entweicht, wenn ſie kalte Körper berühren, ſo entweicht das elektriſche fortleitende Fluidum mit Zurücklaſſung der elektriſchen Materie, wenn es einen Körper antrifft, der weniger davon hat, und vertheilt ſich gleichförmig durch alle Körper.

Die **elektriſche Materie** ſtrebt nach den **leitenden** Subſtanzen auf eine große Entfernung, wenn ſie aber an ſie gekommen iſt, ſo hängt ſie ſich nicht an, ſondern wird durch ihr fortleitendes Fluidum in einem Kreislaufe um die Leiter herum fortgeriſſen. Zu den **nicht leitenden** Subſtanzen hingegen ſtrebt ſie auf eine ſehr kleine Entfernung; wenn ſie ſie aber erreicht hat, hängt ſie ſich an, und kan durch das fortleitende Fluidum nicht fortgeriſſen werden.

Das **fortleitende Fluidum** ſtrebt nach allen Subſtanzen in einer weit größern Entfernung, von dem Körper, der mehr hat, zu dem, der weniger beſitzt; es hat Verwandſchaft mit der elektriſchen Materie, aber ſeine Verbindung damit iſt ſehr ſchwach; eine größere Menge fortleitendes Fluidum giebt eben derſelben Menge elektriſcher Materie mehr ausdehnende Kraft. Dies ungefähr ſind die allgemeinen Hauptſätze dieſer allerdings ſehr zuſammengeſetzten Theorie.

Hieraus wird nun die **Ladung** der leidner Flaſche ſo erklärt. Man denke ſich eine Glasplatte, von beyden Seiten mit Waſſer umfaßt, gegen deren Seite A ſich heiße Waſſerdünſte bewegen. So wie dieſe an die kältere Platte kommen, erkalten ſie, ihr befreytes **Feuer** verbreitet ſich über die ganze Platte, und das von ihm verlaſſene **Waſſer vermehrt** dasjenige Waſſer, womit die Seite A ſchon vorher bekleidet war. Das neue **Feuer** aber dringt durch die Glasplatte auf die Seite B, verſtärkt daſelbſt die Ausdünſtung, und **vermindert** alſo das Waſſer, das B bekleidet. Dieſe Veränderungen gehen ſo lange fort, bis Glasplatte und Waſſer die Temperatur der heißen Dünſte an-

genommen haben. Alsdann hören die Dünſte auf, ſich bey A zu zerſetzen, es geht kein Feuer mehr nach B über, und die ungleiche Vertheilung des Waſſers in A und B hat ihr Größtes erreicht. Weil B weiter von der Quelle der Wärme abliegt, ſo kan es ein wenig kälter, als A, ſeyn, und die Dünſte können etwas weniger ausdehnende Kraft bey B haben, als bey A.

Etwas ganz Analoges geſchieht bey der Ladung der kleiſtiſchen Flaſche. Man darf nur für Dünſte **Elektricität**, für Feuer **fortleitendes elektriſches Fluidum**, für Waſſer **elektriſche Materie** ſetzen, ſo ſieht man, warum die eine Seite bis zu einem gewiſſen Größten elektriſche Materie verlieren muß, indem die andere mehr erhält, wofern nur jene mit dem Boden verbunden iſt, d. h. wofern B nur ausdünſten kan. Am Ende hat A elektriſche Materie gewonnen, B dergleichen verlohren; aber der Gewinn in A iſt größer als der Verluſt in B, weil der Hang des fortleitenden Fluidums, von A nach B zu gehen, durch die Entfernung, die das Glas zwiſchen ſie ſetzt, geſchwächt wird. Die Elektricität in A hat ſo viel ausdehnende Kraft, als die in der Quelle, welche die Ladung hervorgebracht hat; die in B ſo viel, als die im Boden, der mit B in Verbindung iſt; das **fortleitende Fluidum** aber (das Feuer im Beyſpiele) hat in der ganzen Flaſche an Menge zugenommen, und iſt durch A und B faſt gleich vertheilt.

Nun iſt es bekannt, daß man eine Flaſche **entladen** kan, wenn man wechſelsweiſe beyde Seiten berührt; man muß aber bey A, beym Knopfe der Flaſche (oder bey der Seite, die mit dem Conductor verbunden geweſen iſt) anfangen, weil B keinen Funken giebt. Dies wird ſo erklärt. B ſteht mit dem Boden im Gleichgewicht, alſo iſt die Berührung davon unwirkſam; A aber giebt ſo viel Elektricität ab, als der Stärke des ladenden Conductors gemäß iſt, weil es mit dieſem gleiche ausdehnende Kraft hat. Dadurch geht **fortleitendes Fluidum** aus dem ganzen Apparat, alſo auch aus B hinein; dadurch verliert B an ausdehnender Kraft, und kömmt aus dem Gleichgewichte mit dem Boden. Berührt man nun B, ſo kömmt ein neuer

Funken aus dem Boden. Dieſer läßt ſeine elektriſche Materie an B, ſein fortleitendes Fluidum aber vertheilt ſich durch den ganzen Apparat, alſo auch mit durch A, das dadurch wieder an ausdehnender Kraft zunimmt, und das Gleichgewicht mit dem Boden verliert. Daher kan man wieder einen Funken aus A ziehen u. ſ. f. So verliert A bey jedem Funken etwas elektriſche Materie, B aber bekömmt bey jedem neue, bis endlich durch Fortſetzung des Verfahrens beyde faſt gleich viel haben, und die Flaſche entladen iſt.

Die plötzliche Entladung durch leitende Verbindungen iſt nichts, als eine ſchnellere Succeſſion eben derſelben Wirkungen. Die Entladung aber iſt nie vollſtändig, weil die elektriſche Materie an den nicht-leitenden Subſtanzen ſehr feſt anhängt.

Schon dieſes Wenige wird zeigen, mit welchem Witz und Scharfſinn der verdienſtvolle Urheber dieſer Theorie entfernte Aehnlichkeiten wahrnimmt, und die Erſcheinungen bis auf die kleinſten Umſtände zergliedert, um ihren Urſachen nachzuforſchen. So zuſammengeſetzt und verwickelt ſeine Vorausſetzungen auf den erſten Blick ſcheinen, ſo erklären ſie doch in der Folge jeden Umſtand glücklich und vollſtändig. Daß z. B. A allezeit zuerſt berührt werden muß, davon möchte ſich wohl, ſo wie von vielen andern kleinſcheinenden Umſtänden aus der bisherigen Theorie ſchwerlich ſo befriedigend, wie hier, Rechenſchaft geben laſſen. Ueberdies leitet auch Herr de Lüc noch andere Erſcheinungen, die ich hier übergehen muß, eben ſo glücklich aus der Analogie mit den Dünſten her. Mehr von dieſem ganzen Syſtem werde ich noch bey den Worten: Spitzen und Wirkungskreiſe, elektriſche beybringen.

Prieſtley Geſchichte der Elektricität durch Krünitz, an mehreren Stellen.

Beckmann Beyträge zur Geſchichte der Erfindungen, I. Th. 4 St. S. 571. u. f.

Cavallo Vollſt. Abhdl. der Lehre von der Elektricität, I. Th. Cap. 7. u. S. 278

Erxlebens Anfangsgr. der Naturlehre durch Lichtenberg. Dritte Aufl. §. 529. u. f. §. 549. g.

de Lüc neue Ideen über die Meteorologie II. Abtheil. Cap. 3. Vom elektriſchen Fluidum 1. 2. 3. Abſchnitt.

Flaſchenzug, Polyſpaſt, Polyſpaſtus, Polyſpaſton, *Polyſpaſte*. Ein mechaniſches Werkzeug, aus zween **Kloben** oder **Flaſchen** zuſammengeſetzt, deren jede mehrere Rollen enthält. Die obere Flaſche iſt befeſtigt, an der untern aber hängt die Laſt, welche durch ein um alle Rollen gehendes Seil zugleich mit der untern Flaſche in die Höhe gehoben wird, ſ. **Rolle**. Taf. IX. Fig. 33. ſtellt einen Flaſchenzug von vier Rollen (tetraſpaſton) BC, DE, FG, HI, in den beyden Kloben oder Flaſchen NM und OP vor. Der obere Kloben iſt bey N befeſtiget, der untere trägt bey P die Laſt L. Das Seil iſt bey M an einen Hacken im obern Kloben befeſtiget, geht von da aus über die Rolle IH wieder aufwärts nach G, über GF niederwärts nach E, über ED aufwärts nach C, endlich noch über CB niederwärts. Am Ende deſſelben zieht eine Kraft K das Seil an, und ſucht durch Verkürzung der Seile CD. EF, GH, IM, den untern Kloben mit der Laſt zu erheben, oder wenigſtens zu erhalten.

Wenn die Kraft K ſich zur Laſt L, wie 1 zu der Anzahl der Seile verhält, an denen der untere Kloben hängt (hier, wie 1 : 4, weil der untere Kloben **vier** Seile MI, HG, FE, DC ſpannt), ſo ſind beyde im Gleichgewicht. Denn die Laſt L ſpannt jedes Seil des untern Klobens mit einem Theile, der auf die Anzahl der Seile ankömmt, hier mit ihrem vierten Theile. Die obern Rollen aber wirken blos als **einfache**, ſ. **Rolle**, und ändern nur die Richtungen der Seile, daher die Kraft K nur ſo viel zu halten hat, als das Seil CD trägt, d. i. hier den vierten Theil der Laſt L. Das Gleichgewicht iſt alſo vorhanden, wenn die Kraft ſich zur Laſt, wie 1 : 4 verhält. Iſt die Laſt z. B. 40 Pfund, ſo braucht man bey K nur 10 Pfund Kraft, ſie zu erhalten. Die übrigen 30 Pfund trägt der Punkt N. Eine etwas ſtärkere Kraft würde die Laſt heben.

Das Seil könnte auch bey O an den untern Kloben befeſtiget, und von da über GFIHCBED geführt ſeyn,

wobey am Seile, das von D heraufgeht, eine Kraft aufwärts ziehen, oder auch das Seil für eine niederziehende Kraft noch um eine dritte obere Rolle geführt ſeyn könnte. In dieſem Falle würde die Laſt fünf Seile ſpannen, und K nur der fünfte Theil von L ſeyn dürfen.

Je mehr alſo Rollen im Flaſchenzuge ſind, d. i. je mehr Seile die Laſt ſpannt, deſto mehr kan durch eine geringere Kraft gehoben werden. Aber auch hier gilt das allgemeine Geſetz der Maſchinen, daß das, was an Kraft gewonnen wird, an Raum oder Zeit wieder verlohren geht. Soll die Laſt um 1 Schuh gehoben werden, ſo muß ſich jeder Strick, den ſie ſpannt, um 1 Schuh, mithin das ganze Seil hier um 4 Schuh, verkürzen, und die Kraft, die das Seil auszieht, muß vier Schuh weit fortgehen.

Hiebey wird vorausgeſetzt, daß alle Seile parallel ſind, weil ſich ſonſt bey der Rolle das Verhältniß K : L ändert. Damit aber die Seile nicht an einander kommen, und ſich reiben, müſſen die mittlern Rollen kleiner, als die äußern ſeyn, wobey das Seil F E ſchief geht. Dies verurſacht eine kleine Abweichung von der Regel. Dieſe zu vermeiden, kan man die Rollen in den Kloben **neben einander** ſetzen, wie **Leupold** (Theatr. Machinar. generale. Cap. III. §. 63.) vorſchlägt; aber dann laufen die Seile ſeitwärts ſchief, und klemmen die Rollen. Alſo iſt es beſſer, bey der gewöhnlichen Einrichtung zu bleiben, zumal da das Reiben und die Steife der Seile noch weit beträchtlicher Abweichungen veranlaſſen.

Der Flaſchenzug iſt nächſt dem Haſpel das gewöhnlichſte und bequemſte Hebzeug, und wird täglich beym Bauen ꝛc. zu Hebung ſchwerer Laſten gebraucht. Mit dem Haſpel verbunden zwingt er ungeheure Laſten, und die ſo bewunderte Mechanik der Egypter hat vielleicht blos in der Kenntniß dieſer beyden Hebzeuge beſtanden, die den Alten ſehr bekannt waren. Den Flaſchenzug beſchreibt **Vitruv** (De architectura, Lib. X. c. 3. 4.), und mehrere Abänderungen und Verbindungen deſſelben findet man beym **Leupold** (Theatrum machinarum, Tab. XXXV, XXXVI. u. ſ.) abgebildet.

Flecken der Sonne, des Monds, der Planeten, ſ. Sonne, Mond, Venus, Mars, Jupiter.

Flintglas, Kieſelglas, weißes Kryſtallglas, engl. *Flintglaſs.* Eine Glasart, welche unter dieſem Namen in den engliſchen Glashütten bereitet wird, und ſich durch vorzügliche Weiße und Reinigkeit unterſcheidet. Sie iſt in der Dioptrik ſehr berühmt geworden, ſeitdem der ältere **Dollond** durch ihre Verbindung mit dem Crownglaſe Mittel gefunden hat, die Abweichung wegen der Farbenzerſtreuung in den Fernröhren zu vermeiden, ſ. **Achromatiſche Fernröhre.**

Dollond giebt in einem Briefe, welchen **Clairaut** (Mém. de Paris, 1757. p. 857.) anführt, das Brechungsverhältniß für das Flintglas, wie 1, 583: 1 an. Nach dem **Duc de Chaulnes** (Mém. de Berlin 1767.) iſt es 1: •,628. Es bricht alſo dieſes Glas die Lichtſtralen etwas weniger, als das Crownglas, wiewohl der Unterſchied äuſſerſt gering iſt, ſ. **Crownglas.** Dagegen zerſtreut es dieſelben weit ſtärker, ſo daß das durch ein Prisma von Flintglas entſtandene Farbenbild unter gleichen Umſtänden um die Hälfte länger iſt, als das durch ein Prisma von Crownglas gebildete.

Daher wird das Flintglas bey den achromatiſchen Fernröhren zum Hohlglaſe der zuſammengeſetzten Objectivlinſe gebraucht, welches bey einer ganz geringen Brechung dennoch eine ſtarke Farbenzerſtreuung nach der entgegengeſetzten Seite bewirken, und dadurch die ſtarke Farbenzerſtreuung der erhabnen Gläſer von Crownglas gerade aufheben ſoll. Es kömmt hiebey faſt alles auf die Güte des Flintglaſes an, welches man nur in den engliſchen Glashütten in der erforderlichen Güte hat finden können, und das jetzt ſelbſt in England nicht mehr ſo gut als ehedem, verfertiget werden ſoll, ſ. **Achromatiſche Fernröhre.**

Zeiher entdeckte durch ſeine in Petersburg angeſtellten Verſuche (ſ. den Art. **Farbenzerſtreuung**), daß die Eigenſchaft des Flintglaſes, die Farben ſo beträchtlich zu zerſtreuen, die Folge einer ſtarken Beymiſchung von Bley-

kalk ſey. Solche mit Bleykalken bereitete Gläſer ſind ſchwerer, weniger ſpröde und zum Poliren geſchickter als andere, und werden insgemein **Kryſtallglas** genannt. Zeiher fand, daß aus 3 Theilen Mennige und 1 Theile Kieſel ein Glas entſtehe, welches die Farben fünfmal ſtärker, als das gemeine oder Crownglas zerſtreut. Er entdeckte zugleich, daß ein ſtärkerer Zuſatz von Laugenſalzen die Brechung ungemein vermindere, ohne die Farbenzerſtreuung merklich zu ändern. Er erhielt vermittelſt dieſer Entdeckungen endlich ein Glas, welches das Flintglas der Engländer zum Gebrauche für Fernröhren weit übertreffen müßte, weil es das Licht dreymal mehr, als das gemeine Glas zerſtreuet, und doch das Brechungsverhältniß nur 1, 61 : 1 giebt (Mém. de Berlin. 1766. p. 150.).

Die größte Schwierigkeit aber liegt bey der Verfertigung ſolcher Gläſer in den Blaſen und Streifen, wozu alle Arten der Kryſtallgläſer vorzüglich geneigt ſind, und welche die Lichtſtralen beym Durchgange wegen ihrer größern Dichte in Unordnung bringen. Die Farbe thut nicht ſo viel zur Sache. Die Streifen aber bilden, wenn man den Schein eines Lichts durch das Glas auf Papier fallen läßt, helle Linien von dunkeln Rändern begrenzt, zum Beweiſe, daß ſie die Stralen mehr als das übrige Glas zuſammenlenken. Dieſe Streifen ſind wellenförmig, und durchſchneiden ſich, wie Netze, in verſchiedenen Richtungen. Sie rühren allerdings von einer unvollkommnen Schmelzung her; aber die größten Chymiker geſtehen, daß es bey dem Zuſatze metalliſcher Subſtanzen faſt unmöglich ſey, ſie zu vermeiden. **Scheffer** (Chemiſche Vorleſungen, Greifsw. 1779. 8 §. 176. d.) berichtet, daß die Engländer zum Flintglaſe 24 Theile Kieſel, 7 Theile Bleykalk und 1 Theil Salpeter nehmen. Er glaubt, es ſey dabey des Bleykalks zu viel, und dies verurſache die Streifen. Der Graf **Buffon** (Suppl. à l'hiſt. nat. To. II. Paris 1774. 12. p. 284.) meldet inzwiſchen, er habe aus 1 Pfund des weißeſten Sandes, 1 Pfund Bleykalk, ½ Pfund Potaſche, und 1 Loth Salpeter ein ſehr vortrefliches Glas dieſer Art verfertigt.

Florentiner Thermometer, ſ. Thermometer.

Flüchtig, Volatile, *Volatil*. Ein Körper heißt flüchtig, wenn er ſich durch die Wirkung des Feuers in Dämpfe oder Gasarten verwandeln und davon treiben läßt. Das Flüchtige iſt alſo dem Feuerbeſtändigen oder Fixen entgegengeſetzt, ſ. Feuerbeſtändig.

Die Flüchtigkeit entſpringt von der Ausdehnbarkeit oder Auflöslichkeit der Körper durch das Feuer, und ihr Grad iſt nach der Beſchaffenheit der Subſtanzen ſehr verſchieden. Vielleicht giebt es in der Natur keine Materie, welche nicht flüchtig wäre; nur ſind es viele nicht bey den gewöhnlichen oder uns bekannten Graden des Feuers, oder ſie ſind nicht ſo flüchtig, als andere mit ihnen verbundne. Daher drücken die Worte: **flüchtig** und **feuerbeſtändig** eigentlich blos relative Begriffe aus, und beziehen ſich auf die Grade des Feuers oder auf Vergleichung mit andern Körpern.

Vielleicht hängt auch die Flüchtigkeit zum Theil von dem die Körper umgebenden Mittel ab. Dieſes iſt doch mehrentheils die Luft. Wenn nun dieſe auf die durchs Feuer ausgedehnten oder aufgelöſten Theile eines Körpers eine anziehende Kraft äußert, ſo werden ſie verflüchtiget; ſo lange dies nicht geſchieht, ſind oder ſcheinen ſie wenigſtens feuerbeſtändig. Die flüchtigen Theile bleiben in der Luft, und ſind entweder als Dünſte mit ihr verbunden, oder als Rauch ſichtbar, oder als Gas mit der atmoſphäriſchen Luft gemiſcht. Wird die Luft mit den beyden erſtern Arten überſättiget, ſo entſteht ein Niederſchlag, wie bey der Deſtillation und Sublimation, wodurch wir die verflüchtigten Subſtanzen wieder gewinnen.

Macquer chym. Wörterb. Art. Flüchtigkeit.

Flüſſe, Ströme, Flumina, Fluvii, Amnes, *Fleuves, Rivieres*. So heißen die größern fließenden Gewäſſer, welche aus der Vereinigung der Bäche entſpringen, und durch ihre Verbindungen mit einander immer zunehmen, bis ſich endlich ihr Waſſer ins Meer ergießt. Die ſchnellern und reißender fließenden pflegt man insbeſondere **Ströme** zu nennen; wiewohl unter dieſem Namen oft

auch blos die größern ſchiffbaren Flüſſe, ohne Rückſicht auf ihre Geſchwindigkeit, verſtanden werden. In der franzöſiſchen Sprache ſind *Fleuves* (flumina) die ſchiffbaren oder auch unmittelbar ins Meer laufenden; *Rivieres* (amnes), die keine Schiffe tragen oder ſich in andere Flüſſe ergießen.

Das fließende Waſſer hat ſeinen erſten Urſprung aus den Quellen, ſ. **Quellen**. Die meiſten und größten Flüſſe kommen daher aus den Gebirgen herab, wo es mehr regnet, wo mehr Schnee ſchmelzt und die Wolken ſtärker angezogen und verdichtet werden. Dennoch entſpringen auch einige Flüſſe aus Seen, wie der Don, der **Amazonenfluß**, der **Miſſiſippi**, **St Lorenzfluß** u. a. m.

Der Weg, den ſie nehmen, richtet ſich nach dem Abhange der Erdfläche, ſo daß ihre Oberfläche, wenn ſie ruhig wäre, eine ſchiefe Ebne ſeyn würde. Da die niedrigen Stellen der Erdfläche nicht in geraden Linien fortgehen, ſo machen die Flüſſe viele Krümmungen, gemeiniglich deſto mehr, je näher ſie dem Meere kommen. Die meiſten gehen nach Oſten oder Weſten, nur wenige nach Norden oder Süden. Sie werden beym Fortgange immer breiter, und ergießen ſich insgemein durch mehrere Mündungen ins Meer.

Es giebt Flüſſe, die ſich unter der Erde verlieren und hernach wieder ausbrechen. Davon findet man viel Fabeln bey den Alten (z. B. *Ovid.* Metam. XV. v. 273. ſqq.). **Plinius** (H. N. II. 103. V, 9.) erzählt, der **Alpheus** in Arkadien gehe unter dem Meere fort, bis zur Quelle **Arethuſa** in Sicilien; was man in den Fluß werfe, komme in der Quelle wieder hervor, wovon **Strabo** (Geogr. L. VI.) ſchon das Ungereimte bemerkt. Von der **Rhone** iſt bekannt, daß ſie ſich zwiſchen Genf und Lion auf $\frac{1}{8}$ Meile weit verliert; genauere Unterſuchungen haben gelehrt, daß ſie von herabgefallenem Schutt der Gebirge verborgen wird. Eben dieſe Bewandniß mag es wohl mit der Guadiana in Spanien, und mit einigen Flüſſen in der Normandie und Lothringen haben. Andere, z. B. ein Arm des Rheins in Holland, und viele in Afrika, verlieren ſich im Sande. Einige kleine Bäche fallen wirklich in Spalten oder Höhlen,

und kommen an deren Ende in Geſtalt der Quellen wieder hervor.

Die Theorie des Laufs der Flüſſe iſt weitläuftig und noch manchen Schwierigkeiten unterworfen, ſ. **Hydrodynamik.** Ihre Geſchwindigkeit richtet ſich nicht immer nach der Abhängigkeit des Grundes. Die **Donau** iſt weniger abhängig, als der **Rhein** und der **Po**, und doch geſchwinder; die **Loire** hat nach Picard dreymal mehr Fall, als die doppelt ſo geſchwinde **Seine.** Auch iſt die Geſchwindigkeit eines Fluſſes an verſchiedenen Stellen ungleich, theils wegen des verſchiedenen Falles, theils wegen der Verengerung oder Erweiterung des Bettes. Ueberdies kömmt es hiebey auf die Tiefe des Waſſers und auf den Widerſtand bey den Krümmungen, Inſeln ꝛc. an. Die geſchwindeſten Flüſſe ſind der **Tiger**, der **Indus**, die **Donau.** Wenn ein ſchneller Strom ins Meer ausfließt, oder in eine See geht, ſo behält er ſeine Geſchwindigkeit noch eine Zeit lang, ſo daß man ſeine Fahrt auf eine ziemliche Weite von dem ſtillſtehenden Waſſer unterſcheiden kan, ob es gleich ein Irrthum iſt, daß der **Rhein** durch den **Bodenſee** und die **Rhone** durch den **Genferſee** ganz durchgehen, ohne ſich mit dem Waſſer derſelben zu vermiſchen.

In der Mitte, wo die Geſchwindigkeit am größten iſt, ſteht das Waſſer eines Fluſſes bisweilen auf 3 Fuß höher, als an den Ufern; bey dem Ausfluſſe aber iſt die Oberfläche in der Mitte hohl, weil das Meerwaſſer an den Seiten am ſtärkſten aufſteigt. Durch dieſe Gegenwirkung ſowohl, als durch Krümmungen, Inſeln, Brücken u. dgl. können Wirbel entſtehen; bisweilen werden ſogar die Flüſſe durch das Aufſchwellen anderer hineinfallenden, durch das Zurücktreten des Meeres, durch Winde und Eisbrüche in ihrem Laufe aufgehalten oder zurückgetrieben.

Die Oberfläche der Flüſſe ſteigt und fällt, je nachdem die Zuflüſſe zu- oder abnehmen. Bey verſtärktem Zufluſſe wächſt zuerſt die Geſchwindigkeit in der Tiefe, daher bisweilen der Zufluß abgeführt wird, ohne daß die Oberfläche ſteigt. Nimmt das Waſſer noch mehr zu, ſo wird auch auf der Oberfläche die Geſchwindigkeit größer, bis eine Ue-

berſchwemmung erfolgt, wodurch ſie beträchtlich vermindert, und das übergetretene Waſſer nur ſehr langſam abgeführt wird. Flüſſe mit hohen Ufern gehen oft viel höher, als die umliegenden Wieſen und Felder.

Unter den Ueberſchwemmungen, welche jährlich zu gewiſſen Jahrszeiten erfolgen, iſt die des Nils die berühmteſte. In Aethiopien, wo es vom April bis September regnet, tritt ſie ſchon zu Ende des May, in Egypten aber erſt im Junius ein, ſteigt 46 Tage und fällt eben ſo lange. Der Nordwind thut dabey ſehr viel; er treibt die Wolken gegen die Gebirge im innern Afrika, und verhindert den Ausfluß des Nils; erhebt ſich ein Südwind, ſo fällt die Fluth in einem Tage ſo viel, als ſie in vieren geſtiegen iſt. Da das Land von dem abgeſetzten Schlamme immer höher wird, ſo muß das Waſſer jetzt weit höher, als vor Alters, ſteigen, ehe die Ueberſchwemmung erfolgt. Seine Höhe wird durch die ſogenannten Nilmeſſer beſtimmt, dergleichen nach dem Diodor ſchon die älteſten egyptiſchen Könige zu Memphis errichten ließen. Der jetzige Nilmeſſer ſteht Alt-Cairo gegen über am ſüdlichen Ende der Inſel Rodda. Er iſt eine mehr als 50 Fuß hohe Säule, in drey Haupttheile, jeden von 8 conſtantinopolitaniſchen Ellen, getheilt, und in ein Viereck eingeſchloſſen, welches auf einem Gewölbe ruht, unter welchem der Fluß durchgeht. Jetzt muß das Waſſer 50 Fuß hoch ſteigen, ehe es das Land überſchwemmt, da es hingegen in alten Zeiten nur 16 Fuß, und im erſten Jahrhundert n. C. G. nur 32 Fuß zu ſteigen brauchte, wenn anders die von Herodot und Plinius (Hiſt. nat. V. 9. XXXVI. 7.) angegebnen Maaße zuverläſſig ſind.

Der Abhang des Bodens der Flüſſe ſenkt ſich gemeiniglich ſehr langſam; bisweilen aber bricht er auch mit einemmale jähe ab, wodurch die Waſſerfälle entſtehen. Bey dieſen zertrennt ſich das Waſſer ſo fein, daß man faſt einen beſtändigen Nebel ſiehet, worinn ſich, wenn die Sonne ſcheint, ein Regenbogen zeigt. In Deutſchland ſind vornehmlich die Rheinfälle bey Schafhauſen und Laufenburg merkwürdig, wovon der erſte 80 Fuß Höhe hat. In

Amerika giebt es weit größere; der des Niagara iſt 170 Fuß hoch; der des Bogocas bey St. Magdalena (*Bouguer* Voyage au Perou, p. 91.) 2 — 300 Toiſen.

Die Menge des Waſſers, welche die Flüſſe ins Meer führen, iſt erſtaunlich groß. Die **Wolga** ſoll in einer Stunde über 1000, der **Jordan** faſt 9, der **Po** 421, die **Seine** 16, die **Themſe** 39½ Millionen Cubikfuß Waſſer geben. **Buffon** (Hiſtoire naturelle generale et part. Vol. I. p. 356.) findet nach einem von **Keill** gemachten Ueberſchlage, daß alle Flüſſe der Erde das Meer, wenn es trocken wäre, in 812 Jahren ausfüllen würden. Aber die Gründe ſolcher Beſtimmungen ſind ſo unſicher, daß das Reſultat davon nicht anders, als unzuverläßig, ſeyn kan.

Torb. Bergmann phyſikaliſche Beſchreibung der Erdkugel durch Röhl, 2te Aufl. Greifswald, 1780. gr. 8. Erſter Band, S. 316. u. f.

Flüßig, Fluidum, *Fluide.* Flüßig heißt ein Körper, wenn ſeine Theile ſo wenig Zuſammenhang haben, daß ſie der Trennung nur geringen, kaum merklichen Widerſtand thun, dennoch aber genug Anziehung gegen einander äußern, um den Sinnen einen einzigen ohne Unterbrechung zuſammenhängenden Körper darzuſtellen. Ihnen werden die feſten Körper (ſolida) entgegengeſetzt, ſ. **Feſt.** Die Flüßigkeit iſt ein mittlerer Zuſtand zwiſchen der Feſtigkeit und der gänzlichen Zertrennung der Theile. Im Zuſtande der Feſtigkeit hängen die Theile ſtark und bleibend, bey der Flüßigkeit nur wenig, bey der Zertrennung gar nicht mehr zuſammen. Ein Beyſpiel giebt feſtes, geſchmolzenes, und zu Pulver geſtoßenes Glas. Wir müſſen aber die Unterſchiede der flüßigen und feſten Körper noch genauer beſtimmen.

1. Die Theile des flüßigen Körpers laſſen ſich faſt ohne merklichen Widerſtand trennen, und ſondern ſich oft von ſelbſt blos durch ihr Gewicht ab. Man kan z. B. mit der Hand, wo man will, durchs Waſſer fahren, und ein Tropfen trennt ſich von der übrigen Maſſe ganz allein durch ſeine Schwere. Daher kan man einen Theil einer flüßigen

Materie bewegen, ohne das Ganze mit zu bewegen. Dies heißt **reſpective Beweglichkeit der Theile** (mobilitas partium reſpectiva) und iſt ein Hauptkennzeichen der Flüſſigkeit.

2. Die flüßigen Körper nehmen die Geſtalt der Gefäße an, in die ſie eingeſchloſſen werden, und laſſen keinen Raum darinn leer, in den ihnen ein Weg offen ſteht (conformatio ad figuram vaſis). Dies iſt eine natürliche Folge der reſpectiven Beweglichkeit ihrer Theile, die ihnen erlaubt, den Geſetzen der Schwere oder Elaſticität einzeln und ohne Beytritt des Ganzen zu folgen.

3. Ihre gleichartigen Theile ſind ſo zart, daß ſie einzeln genommen nicht in die Sinne fallen, daher die Oberfläche völlig zuſammenhängend erſcheint, ohne daß man, wie bey den feſten Körpern, etwas von ihrer Structur daran wahrnimmt.

4. Ihre Theile hängen ſich von ſelbſt in Tropfen an einander, weil der Zuſammenhang zwar gering iſt, aber doch, beſonders in den kleinern Theilen, etwas beträgt. Dieſe Tropfen nehmen, weil die Anziehung auf allen Seiten gleich ſtark iſt, eine Kugelgeſtalt an, und zween derſelben fließen, wenn man ſie an einander bringt, in einen zuſammen. Es iſt aber hiebey zu bemerken, daß dies nur bey denjenigen flüßigen Materien wirklich ſtatt findet, deren Elaſticität unmerklich iſt, wie beym Waſſer, Weingeiſt, Oelen, geſchmolzenen Metallen u. ſ. w., welche daher auch **tropfbare Flüßigkeiten** (liquida, *liquides*) genannt werden. Die ſtärker elaſtiſchen werden natürlicher Weiſe eben durch ihre Elaſticität dieſer Eigenſchaft beraubt, und heiſſen **elaſtiſche Flüßigkeiten**, dergleichen die Dämpfe und Gasarten ſind. Ohne Zweifel würden ſie auch tropfbar ſeyn, wenn ſie ſich nicht ſtets nach allen Seiten auszubreiten ſtrebten.

5. Die tropfbaren Flüßigkeiten nehmen, wenn ſie in Ruhe ſind, eine völlig ebne und wagrechte Oberfläche an, mit der das Bleyloth oder die Richtung der Schwere überall rechte Winkel macht. Dies iſt eine Folge des geringen Zuſammenhangs und der Feinheit der Theile, welche ſich auf jeder

ſchiefen Ebne von ſelbſt losreiſſen und herabfließen, daher das Ganze nicht eher in Ruhe kömmt, als bis ſeine Oberfläche eine völlig wagrechte Ebne iſt. Daß bey den elaſtiſchen Flüßigkeiten dieſes nicht ſtatt ſinde, fällt von ſelbſt in die Augen.

Descartes ſucht das Weſen der flüßigen Körper in einer beſtändigen innern Bewegung ihrer Theile; dagegen ſieht er den Zuſammenhang der feſten Körper als eine Folge der Ruhe ihrer Theile an; Boerhaave aber hat weit richtiger das Feuer für die Urſache aller Flüßigkeit gehalten.

Unzählbare Beyſpiele belehren uns, daß Feſtigkeit und Flüßigkeit keine weſentlichen Eigenſchaften, ſondern bloße Zuſtände der Körper ſind. Sehr viele feſte Körper werden durch die Wirkung des Feuers geſchmolzen, oder in flüſſige verwandelt; ſehr viele flüßige hingegen bringt die Entziehung der Wärme zum Gefrieren, d. i. in den feſten Zuſtand. Man hat alſo Gründe genug anzunehmen, daß die meiſten Körper weſentlich weder feſt noch flüßig ſind, daß ſie vielmehr nur durch den Ueberfluß der Wärme in den flüßigen Zuſtand verſetzt werden, und daß alſo das Feuer die Urſache ihrer Flüßigkeit iſt. Vielleicht bewirkt es die Flüßigkeit durch das Dazwiſchentreten ſeiner Theile zwiſchen die Theile der Körper, wodurch der Zuſammenhang der letztern geſchwächt wird.

Daß das Feuer nicht alle feſte Körper flüßig macht, kömmt wohl nur daher, weil es viele derſelben eher zerſetzt, als ſchmelzt.

Man unterſcheidet Grade der Flüßigkeit. Ein Körper iſt flüßiger, wenn ſich ſeine Theile leichter trennen, und beym Ausgießen mehr und kleinere Tropfen bilden. Ein ſtärkerer Grad des Feuers bewirkt unter gleichen Umſtänden auch einen höhern Grad der Flüßigkeit

Körper, welche ſich ſchon im flüßigen Zuſtande befinden, können wieder andere feſte Körper durch die Auflöſung in eben dieſen Zuſtand verſetzen. Es giebt Subſtanzen, welche nicht unmittelbar durchs Feuer, wohl aber durch andere Flüßigkeiten flüßig werden. So werden die Gummiarten vom Feuer eher zerſtört, als geſchmolzen, ob ſie ſich

gleich im Waſſer auflöſen; Salze, Metalle, Harze u. ſ. w. ſchmelzen am Feuer, und werden auch durch Flüßigkeiten aufgelöſet. Man unterſcheidet beyde Arten des Flüßigwerdens durch die Namen: **Schmelzung** und **Auflöſung**.

Die mechaniſchen ſowohl als chymiſchen Erſcheinungen, welche ſich an den flüßigen Körpern zeigen, ſind von den Phänomenen der feſten Körper gänzlich verſchieden (man ſ. z. B. den Art. **Druck**), ſo wie ſich wiederum die Erſcheinungen der tropfbaren und der elaſtiſchen Flüßigkeiten weſentlich unterſcheiden. Darauf gründet ſich die Eintheilung der Wiſſenſchaften, welche die Kräfte und Bewegungen der Körper unterſuchen, wobey man Statik, Mechanik, Dynamik von Hydroſtatik, Hydraulik und Hydrodynamik, ingleichen von Aeroſtatik, Pnevmatik und Aerodynamik unterſcheidet. Die Chymie bewirkt faſt alle Zerlegungen und Verbindungen der Körper durch Verſetzungen derſelben in den flüßigen Zuſtand.

Macquer chym. Wörterb. Art. Flüßigkeit.

Flüßigkeit, Fluiditas, *Fluidité*. Der Zuſtand des flüßigen Körpers, ſ. den vorigen Artikel.

Sehr oft wird auch unter dem Worte: **Flüßigkeit** der flüßige Körper ſelbſt, das Fluidum, verſtanden. So ſagt man: elaſtiſche Flüßigkeiten, tropfbare Flüßigkeiten.

Fluß, Fluxus, *Flux*. Dieſes Wort bedeutet bisweilen ſoviel als **Schmelzung**. Ein Erz iſt in ſehr dünnem Fluſſe, heißt eben ſoviel, als: es iſt vollkommen geſchmolzen.

Man belegt aber auch mit dem Namen der **Flüſſe** die ſalzigen Beymiſchungen, durch welche die Schmelzung ſtrengflüßiger Erze befördert wird. Die fixen Laugenſalze, der Salpeter, Borax, Weinſtein und das gemeine Salz ſind die gewöhnlichſten. Sollen dergleichen Flüſſe zu Reducirung der Metalle dienen, ſo müſſen ſie zugleich viel Brennbares enthalten; daher kan man nach **Gellerts** Vorſchlage acht Theile gepülvertes Glas, einen Theil calcinirten Borax und einen halben Theil Kohlenſtaub mit Vortheil gebrauchen.

Die Vermiſchungen von Salpeter und Weinſtein heiſſen insbeſondere, wenn man ſie nicht hat verpuffen laſſen, **roher Fluß**, die verpufte von 2 Theilen Weinſtein und 1 Theil Salpeter **ſchwarzer Fluß** oder **Reducirfluß**, die ebenfalls verpufte von gleichen Theilen Salpeter und Weingeiſt **weißer Fluß**. Dieſe werden zum Probiren und andern Arbeiten im Kleinen gebraucht.

Macquer chym. Wörterb. durch Leonhardi, Art. Fluß.

Flußſpathſäure, Spathſäure, Acidum fluoris mineralis, *Acide ſpathique*. Diejenige beſondere mineraliſche Säure, welche aus der Deſtillation des Flußſpaths mit andern Säuren erhalten wird. Durch eine von **Marggraf** (Mem. de l' Acad. de Berlin 1768.) vorgenommene Deſtillation des Flußſpaths ward **Scheele** (Schwed. Abhandl. auf d. J. 1771 und in **Crells** Chymiſchem Journal, Th. II. S. 102. u. f.) zur Entdeckung und weitern Unterſuchung dieſer Säure veranlaſſet.

Sie giebt mit den Laugenſalzen gallertartige Auflöſungen, und insbeſondere mit dem flüchtigen eine, aus der man in gläſernen Gefäßen eine wahre Kieſelerde, und aus dem Anſchießen der drüber ſtehenden Feuchtigkeit den **Flußſpathſalmiak** erhält. Die Kalkerde löſt ſich in der Flußſpathſäure vollkommen auf; die Auflöſung erhält nach der Sättigung ein gallertartiges Anſehen und ſetzt einen wirklichen **reducirten Flußſpath** ab. Mit der Bitterſalzerde verbindet ſie ſich innig, und erzeugt ein in Waſſer und allen Säuren unauflösliches Salz von einer eignen Kryſtalliſation, das **Flußſpathbitterſalz**.

Die merkwürdigſte Eigenſchaft dieſer Säure aber iſt, daß ſie die ſonſt in Säuren ganz unauflösliche **Kieſelerde** auflöſet, und daher auch bey den Deſtillationen das Glas angreift. Dies iſt anjetzt außer Zweifel geſetzt, daher auch die Eigenthümlichkeit der Flußſpathſäure nicht weiter beſtritten werden kan, obgleich **Prieſtley** und **Monnet** ſie ſonſt für eine modificirte Vitriolſäure, **Boulanger** und **Abilgaard** für eine Kochſalzſäure, **Sage** und **Boſc d' Antic** für eine Phoſphorusſäure halten wollten. Die Kieſelerde

verwandelt aber dieſe Säure in kein Mittelſalz. Das Waſſer vermindert ihre Anziehung gegen die Kieſelerde; daher ſetzt ſie bey der Deſtillation das aufgelöſte Glas der Gefäße, ſobald ſie das Waſſer der Vorlage berührt, in Geſtalt einer **erdichten Rinde** ab, deren wahren Urſprung Herr **Wiegleb** (**Crells** neuſte Entdeckungen, Theil I. S. 3.) zuerſt entdeckt hat. Am ſtärkſten löſet ſie die Kieſelerde in der Dampf- und Luftgeſtalt auf, ſ. **Gas, flußſpathſaures**. Aus der Auflöſung der Kieſelerde in wäßrichter Flußſpathſäure ſahe **Bergmann** (Opuſc. chem. argum. Voll. II. p. 33.) nach zwey Jahren wahre **Bergkryſtallen** entſtehen.

Sie wirkt auch auf einige Metalle und Halbmetalle, als Silber, Bley, Eiſen, Kupfer, Queckſilber, Wismuth, Zink, und die Kalke des Zinns, Kobalts und Nickels, und giebt damit Mittelſalze, welche die Namen des Silberflußſpathſalzes u. ſ. w. führen.

Leonhardi in Macquers chym. Wörterb. Art. Spathſäure.

Gren ſyſtematiſches Handbuch der Chemie, Halle 1787. gr. 8. §. 998. u. f.

Flußſpathſaure Luft, ſ. **Gas, flußſpathſaures**.

Fluth, ſ. **Ebbe und Fluth**.

Folge der Zeichen, Ordo ſignorum caeleſtium, Conſecutio ſignorum, *Ordre des ſignes*. Wenn man von den wirklichen Bewegungen der Himmelskörper redet, und die Richtung derſelben angeben will, ſo kan man die Ausdrücke: **von Abend gegen Morgen, von der Rechten zur Linken** ꝛc. nicht allemal ohne Zweydeutigkeit gebrauchen. Man wählt daher lieber die Ekliptik zum Wegweiſer, und nennt die Richtung, nach welcher die zwölf himmliſchen Zeichen: Widder, Stier, Zwillinge ꝛc. ſ. **Ekliptik**, auf einander folgen, die **Folge der Zeichen**, und ſagt von einem Geſtirn, deſſen Bewegung aus dem Widder in den Stier ꝛc. gehet, es bewege ſich nach der Folge und Ordnung der Zeichen (in conſequentia, *ſelon l' ordre des ſignes)*, ſo wie man von der entgegengeſetzten Bewe-

gung aus dem Widder in die Fiſche ꝛc. ſagt, ſie erfolge der **Ordnung der Zeichen entgegen** (in antecedentia ſ. praecedentia, *contre l'ordre des ſignes*. Wenn ein Geſtirn der Ordnung der Zeichen zu folgen ſcheint, ſo heißt ſeine Bewegung **rechtläufig** (directus, *directe*), im entgegengeſetzten Falle **rückläufig** (retrogradus, *retrograde*).

Taf. IX. Fig. 34. laufe ein Himmelskörper im Kreiſe um S nach der Richtung ABCDE, welche zugleich die Folge der Zeichen ſey. Ueber der Ebne des Papiers liege der Nordpol, unter ihr der Südpol. Man ſtelle ſich nun einen Zuſchauer vor, der, wie wir, ſein Haupt ſtets gegen den Nordpol, oder der Figur nach, oberwärts kehret. Dieſer Zuſchauer ſtehe, wo er wolle, ſo iſt er doch innerhalb der Grenzen des unendlich entfernten Fixſternhimmels, von welchem a b, d e Theile vorſtellen mögen. Er mag ſich alſo nach a b oder nach d e kehren, ſo geht ihm die Folge der Zeichen a b und d e immer von der **Rechten zur Linken**. In unſern Ländern alſo werden rechtläufige Bewegungen dem, der ſie betrachtet, von der Rechten zur Linken gehen. In den Südländern hingegen geht die Folge der Zeichen von der Linken zur Rechten, wie man ſogleich überſieht, wenn man in der Figur den Zuſchauer auf den Kopf ſtellt.

Nun kömmt es aber auch noch darauf an, ob der Zuſchauer, der die Bewegung im Kreiſe ABCDE betrachtet, innerhalb oder außerhalb dieſes Kreiſes ſteht. Steht er innerhalb, ſo wird ihm, (wofern er nur ſeinen Ort nicht ändert) die Bewegung überall nach der Folge der Zeichen erſcheinen. Der Körper, der durch AB geht, wird ihm von a nach b, und wenn er durch DE geht, von d nach e zu laufen ſcheinen. Steht er aber außerhalb, wie in T, ſo wird ihm zwar die Bewegung durch AB nach der Folge der Zeichen, oder bey uns von der Rechten zur Linken, die durch DE aber von der Linken zur Rechten, oder gegen die Folge der Zeichen erſcheinen. In den Südländern findet eben das ſtatt, nur mit Verwechſelung der rechten und linken Seite. Die ſcheinbare Bewegung iſt alſo für dieſen

Fall in der gegen den Zuſchauer gekehrten Hälfte der Bahn CDE rückläufig, ob gleich die wahre Bewegung eben ſowohl als bey AB der Ordnung der Zeichen folgt.

Weil wir in den Nordländern Sonne, Mond und alle Planeten und Nebenplaneten, ſo wie die himmliſchen Zeichen ſelbſt, ſtets gegen Mittag ſehen, ſo haben wir bey Betrachtung derſelben den Abend zur Rechten, den Morgen zur Linken. Alſo geht uns die Folge der Zeichen auch **von Abend gegen Morgen.** Auch den Bewohnern der Südländer geht ſie auf dieſe Art; ſie ſehen nemlich die Ekliptik, Sonne ꝛc. gegen Norden, und haben dabey den Abend zur Linken ꝛc.

Diejenigen Himmelskörper alſo, deren Bahnen uns umſchließen, ſcheinen uns, wenn ſie nach der Ordnung der Zeichen gehen, ſtets von Abend gegen Morgen fortzurükken (wofern wir ſelbſt unſern Ort nicht ändern). Für dieſe iſt alſo bey uns jeder dieſer Ausdrücke: nach der Zeichenfolge, von der Rechten zur Linken, von Abend gegen Morgen, gleichgeltend, wie beym Mond, Mars, Jupiter, Saturn, Uranus.

Die aber, deren Bahn wir von außen her betrachten, ſcheinen uns, wenn ſie der Ordnung der Zeichen folgen, nur in der entferntern Hälfte ihrer Bahn von Abend gegen Morgen, in der uns zugekehrten Hälfte aber von Morgen gegen Abend zu gehen. Hier ſind alſo jene Ausdrücke nicht mehr gleichgeltend. Dies iſt der Fall beym Merkur, der Venus, beym Umlaufe der Jupiters- und Saturnsmonden um ihre Hauptplaneten, und bey den Bewegungen der Sonnen- und Planetenflecken.

Die Sonnenflecken z. B. gehen ſtets von **Morgen gegen Abend** durch die Sonnenſcheibe. Man ſchließt aber dennoch daraus ſehr richtig, daß ſich die Sonne nach der Folge der Zeichen um ihre Axe drehe, eben darum, weil wir dieſe Flecken nie anders, als in der uns zugekehrten Hälfte ihres Umdrehungskreiſes ſehen, in welcher ſich eine rechtläufige Bewegung jederzeit rückläufig darſtellt.

Alle Planeten laufen um die Sonne, auch alle Nebenplaneten um ihre Hauptplaneten, **nach der Folge der**

Zeichen, und nach eben der Richtung drehen ſich auch alle Weltkörper, von denen es bekannt iſt, um ihre Axen. Das heißt ſoviel, als: Alle Kreisläufe im Sonnenſyſtem ſind ſo gerichtet, daß ſie einem Zuſchauer, der **innerhalb** des Kreiſes ſteht, und das Haupt gegen die **nördlichen** Fixſterne kehrt, **von der Rechten zur Linken** gehen.

Fontaine, ſ. **Springbrunnen.**

Foſſilien, Foſſilia, *Foſſiles.* Dieſen Namen führen im weitläuftigſten Verſtande alle aus der Erde gegrabne natürliche Körper, zu welchem der drey Naturreiche ſie auch gehören mögen. So rechnet man das gegrabne Elfenbein (ebur foſſile), die unter der Erde gefundenen Thierknochen, Conchylien, das gegrabne Holz u. dgl. zu den Foſſilien.

Im eingeſchränktern Verſtande bezeichnet dies Wort die unorganiſchen Körper des Mineralreichs, ſ. **Mineralien.**

Friction, ſ. **Reiben.**

Frictionsmaſchine, ſ. **Reiben.**

Froſt, Frigus glaciale, Gelu, *Gelée.* Derjenige Zuſtand des Luftkreiſes, bey welchem das Waſſer und andere gewöhnlich flüßige Körper in den Zuſtand der Feſtigkeit übergegangen oder **gefroren** ſind, ſ. **Gefrierung.**

Wenn an irgend einem Orte der Erde die freye Luft ſo ſtark erkältet wird, daß ſie dem Waſſer Wärme oder Feuer genug entziehet, um ihm dadurch ſeine Flüßigkeit zu rauben und es in **Eis** zu verwandeln, ſo ſagt man, es friere, es trete ein Froſt ein. Der hiezu erforderliche Grad der Temperatur iſt, ſoviel man bis jetzt weiß, jederzeit und an allen Orten einerley, ſ. **Thermometer**, und beſtimmt den Anfang des Froſtes.

Bey zunehmender Kälte wird auch der Froſt ſtärker; es gefrieren Liquoren, die bey der Temperatur des Eispunkts noch flüßig blieben, der Froſt dringt durch die Mauern der Gebäude, ſelbſt ſchnelle Ströme gefrieren auf der Oberfläche entweder zum Theil oder ganz bis auf eine

gewiſſe Tiefe, je nachdem die Kälte heftiger und anhaltender iſt.

Fröſte bey heiterm Himmel heißen **helle Fröſte** (*belles gelées*). Bey ſtarken Fröſten ſcheint die Sonne etwas bläſſer, und die Luft iſt nicht ſo heiter, als an gewiſſen Wintertagen, deren Kälte mäßiger iſt. Theils dünſtet bey ſtarker Kälte das Eis beträchtlich aus, ſ. **Eis**, theils werden die Dünſte auch in einer mäßigen Höhe ſchon genug verdichtet, um die Durchſichtigkeit der Luft zu hindern. Eben darum ſind die hellen Fröſte in der Nachbarſchaft von Seen und großen Flüſſen ſelten, weil die Kälte daſelbſt insgemein mit Nebeln begleitet iſt.

Starke Winde hindern die Entſtehung des Eiſes, theils weil ſie das Waſſer in Bewegung ſetzen, theils auch, weil ſie allezeit die Kälte ein wenig vermindern. Obgleich der Nordwind gewöhnlich Fröſte bringt, ſo ſind ſie doch, wenn er heftig iſt, bey weitem nicht die ſtärkſten. Ein ſchwacher trockner Wind iſt dem Gefrieren am vortheilhafteſten.

Nie iſt ein ſtarker Froſt für Pflanzen und Bäume verderblicher, als wenn er plötzlich auf Thauwetter, oder langen Regen folgt. Unter dieſen Umſtänden haben die Theile der Pflanzen viel Waſſer eingeſogen, das nun in ihren kleinen Röhrchen gefriert, die Fibern und den ganzen organiſchen Bau, ſelbſt des härteſten Holzes, zerreißt, und oft die ſtärkſten Bäume mit einem heftigen Knalle zerſprengt. So erfroren im ſtrengen Winter des Jahres 1709 faſt alle Oel- und Fruchtbäume in Languedoc und der Provence. Die ſtärkſten und älteſten Bäume erſtarben am häufigſten, weil ihre ſchon zu unbiegſamen Fibern der Ausdehnung des Waſſers beym Gefrieren am wenigſten nachgeben konnten. Dies iſt alſo eine Folge der Ausdehnung beym Gefrieren, wie die Zerſprengung der Gefäße, ſ. **Eis**.

Auch die Früchte erfrieren in ſtarken Wintern. Gewöhnlich verlieren ſie dabey ihren Geſchmack, und faulen, ſobald ſie wieder aufthauen. Indem die wäßrichten Theile, die ſie in ſo großer Menge enthalten, zu Eis werden, und

ſich ausdehnen, zerreißen ſie die kleinen Gefäße und zerſtören die Organiſation.

Selbſt am thieriſchen Körper ereignen ſich in den kalten Ländern ähnliche Erſcheinungen. Nicht ſelten ſieht man Leute, die durch einen ſtarken Froſt die Naſe oder die Ohren verlohren haben. Sogar in den gemäßigtern Klimaten finden ſich Beyſpiele hievon. Das einzige Mittel, ein erfrornes Glied zu erhalten, iſt, daß man es nur ſehr langſam wieder aufthauen läßt, daß man es z. B. eine Zeit lang in Schnee ſteckt, ehe es einer mildern Temperatur ausgeſetzt wird. Eben ſo kan man auch erfrorne Früchte erhalten. Ein allzuſchnelles Aufthauen läßt den Theilen des erfrornen Körpers nicht Zeit, die Anordnung wieder anzunehmen, aus der ſie das Gefrieren gebracht hat, und die gehörige Organiſation wiederherzuſtehen.

Nollet Leçons de phyſique, To. IV. p. 136. ſqq.
Briſſon Dict. raiſonné de phyſ. art. *Gelée*.

Froſtpunkt, ſ. Thermometer.

Frühling, Frühjahr, Lenz, Ver, *Printems*. Eine der vier Jahrszeiten, welche nach dem Winter und vor dem Sommer fällt, von dem Tage anfängt, an welchem die Sonne beym Aufſteigen in den Aequator tritt, und ſich mit dem endiget, an welchem ſie zu Mittag ihren höchſten Stand im Jahre erreichet. Da bey uns die aufſteigenden Zeichen vom Steinbock bis zum Krebſe gehen, und dieſe Hälfte der Ekliptik vom Aequator im Anfangspunkte des Widders durchſchnitten wird, ſo beſtimmt der Eintritt der Sonne in den Widder den Anfang, und der in den Krebs das Ende des Frühlings, der alſo bey uns um den 20 März mit der Nachtgleiche anfängt, und um den 21 Jun. mit dem längſten Tage aufhört, ſ. **Ekliptik.**

In der ſüdlichen gemäßigten Zone enthält die andere Hälfte der Ekliptik die aufſteigenden Zeichen, daher der Frühling mit der Nachtgleiche um den 23 Sept. anfängt, und mit dem längſten Tage den 21 Dec. aufhört.

Unter dem Aequator und in der heißen Zone laſſen ſich die Jahrszeiten ſo regelmäßig nicht abtheilen, und man

hat dabey mehr die naſſe und trockne Zeit zu unterſcheiden. Auch bey uns bezieht man im gemeinen Leben die Benennungen der Jahrszeiten mehr auf Temperatur und Witterung, als auf den Stand der Sonne; da nun jene nicht von dieſem allein abhängen, ſo läßt ſich der Anfang der Jahrszeiten in dieſem Sinne wegen der mitwirkenden veränderlichen Urſachen nicht genau angeben. So verſteht man unter Frühling die unbeſtimmte Zeit, binnen welcher die Kälte aufhört, die Temperatur allmählich milder und wärmer wird, und die erſtorbne Natur wieder auflebt.

Frühlingsnachtgleiche, Aequinoctium vernum, *Equinoxe du printems*. Die Zeit, zu welcher die Sonne im Aufſteigen den Aequator erreicht, an allen Orten der Erde den Tag der Nacht gleich macht, und in unſerer gemäßigten Zone den Anfang des Frühlings beſtimmt. Die Sonne ſteht alsdann in einem Punkte des Aequators ſelbſt, beſchreibt den Aequator als ihren Tagkreis, und iſt daher, weil ihn jeder Horizont zu gleichen Theilen ſchneidet, überall 12 Stunden ſichtbar und 12 Stunden unſichtbar. Es geſchieht dies bey ihrem Eintritt in den Widder, welcher jährlich um den 21 März erfolgt.

Frühlingspunkt, Widderpunkt, erſter Punkt des Widders, Anfangspunkt der Ekliptik und des Aequators, Punctum aequinoctii verni, Punctum primum arietis, *Equinoxe du printems*, *Premier point du Bélier*. Derjenige Durchſchnittspunkt des Aequators mit der Ekliptik oder jährlichen Sonnenbahn, in welchem die Sonne bey ihrem ſcheinbaren jährlichen Umlaufe um den 21 März oder zu Anfange des Frühlings tritt, indem ſie aus der ſüdlichen Halbkugel in die nördliche aufſteigt. Ehedem ſtand an dieſer Stelle das Sternbild des Widders, daher man den nächſten 30 Graden der Ekliptik, von dieſem Punkte an gegen Morgen gerechnet, den Namen des Widders beylegte. Hieraus erklären ſich die angeführten Benennungen, welche beybehalten werden, obgleich der Punkt ſelbſt ſchon längſt die Sterne des Widders verlaſſen hat, und anjetzt unter den Sternen der Fiſche ſteht.

Dieſer Punkt, der mit 0° ♈ bezeichnet wird, iſt einer der merkwürdigſten am Himmel. Man hat ihn zum Anfangspunkte der beyden Kreiſe, die ſich in ihm durchſchneiden, angenommen, und zählt ſowohl die Grade des Aequators, als die Zeichen und Grade der Ekliptik, von ihm aus gegen Morgen zu, ſ. **Folge der Zeichen.** Alſo iſt für ihn die Länge und Rectaſcenſion ſowohl als die Breite und Abweichung = 0. Seine jetzige Stelle fällt zwiſchen den ſüdlichen Fiſch und den Schwanz des Wallfiſches unter Sterne von ſehr geringer Größe. Durch ihn und die Weltpole geht der **Kolur der Nachtgleichen**, ſ. **Koluren**, durch ihn und die Pole der Ekliptik der erſte Breitenkreis.

Funkeln oder Blinkern der Fixſterne,

Scintillatio fixarum, Radians fixarum ſplendor, *Scintillation des étoiles fixes.* Das lebhafte Zittern, wodurch ſich das Licht der Fixſterne von dem oft ſtärkern, aber doch mattern und ſtillen Lichte der Planeten unterſcheidet.

Wir ſehen die Fixſterne nicht immer gleich ſtark funkeln; niedrig am Himmel blinkern ſie weit ſtärker, als in der Höhe, und bey dunſtiger Luft mehr, als wenn dieſelbe rein iſt. Es iſt alſo bald zu vermuthen, daß das Funkeln der Sterne von der Beſchaffenheit des Luftkreiſes abhänge. Das ſtarke Licht der Fixſterne nemlich muß durch die im Luftkreiſe befindlichen Dünſte, welche in beſtändiger Bewegung ſind, hindurchgehen; daher werden die Lichtſtralen durch die Brechungen in eine zitternde Bewegung gebracht, welche uns die Sterne ſelbſt gleichſam als bewegliche Punkte zeigt. Dies haben die Beobachtungen in heiſſen und trocknen Ländern, z. B. im wüſten Arabien und am perſiſchen Meerbuſen, (Hamburg. Magazin, I B. S. 421.) beſtätigt, wo man bey einem, faſt immer heitern, Himmel die Sterne lebhaft glänzen, aber nicht funkeln ſieht. Hieraus wird auch begreiflich, warum ſie bey feuchter Luft und am Horizonte, wo ihr Licht durch mehr Dünſte gehen muß, ſtärker funkeln.

Daß die Planeten nicht funkeln, rührt ohne Zweifel von der mindern Lebhaftigkeit ihres nur von der Sonne entlehnten Lichts, hauptſächlich aber von ihren ſcheinbaren Durchmeſſern oder ihrer ſcheibenähnlichen Geſtalt her, bey der man blos ein Zittern an den Rändern würde bemerken können. Wenn daher Jupiter und Venus ihrer Größe wegen noch ſo ſtark glänzen, ſo iſt doch dieſer Glanz vom Blinkern der Fixſterne merklich unterſchieden. An der Sonne bemerkt man bisweilen am Horizonte das erwähnte Zittern der Ränder. Gute Fernröhre benehmen den Fixſternen das funkelnde Anſehen, obgleich das Licht des Sirius und der Sterne erſter Größe noch ſo lebhaft bleibt, daß es auch im Fernrohre noch alle prismatiſche Farben ſpielt.

Vitellio (Opticae theſaurus Riſneri. p. 449.) hat ſchon dieſe Erklärung des Blinkerns, ſo wie **D. Hoock** (Micrographia, p. 231.). **Muſſchenbroek** (Introd. ad philoſ. nat. Vol. II. §. 1741.) will zwar einen Theil davon in der Wirkung ihres lebhaften Lichts aufs Auge ſuchen; dann müßten ſie aber um das Zenith am ſtärkſten funkeln, weil ihr Licht von daher am ungeſchwächteſten ins Auge kömmt. **Michell** ſucht die Urſache in einer ungleichen Dichte des von den Sternen ausgehenden Lichts; noch andere haben ſie darinn finden wollen, weil unzählbare in der Luft ſchwebende Stäubchen die Fixſterne, die nur als Punkte erſcheinen, unaufhörlich verdeckten und wieder erſcheinen ließen. Ein ſolches Stäubchen müßte aber wenigſtens ſo groß, als der Augenſtern ſeyn.

Bode, Anleitung zur Kenntniß des geſtirnten Himmels. Dritte Aufl. Berlin, 1777. gr. 8. S. 589 u. f.

Prieſtley Geſchichte der Optik, S. 14. 131. 372.

Funken, Scintilla, *Etincelle.* Ein kleiner brennender oder glühender Körper, der durch irgend eine Kraft von einer größern Maſſe losgeriſſen wird. Bey einem ſtark brennenden Feuer treiben die von der Hitze verurſachten Exploſionen eingeſchloſſener Luft und Dämpfe oft kleine losgeriſſene Stücken der brennenden Materie in die Höhe. Sie fliegen in die Luft, wie kleine Aeroſtaten, weil die in ihnen noch eingeſchloßne Luft ſtark erhitzt, alſo bey mehr ſpe-

ciſiſcher Elaſticität doch leichter als die atmoſphäriſche iſt. Daher das Umherfliegen der Funken bey Feuersbrünſten. Aus gleichem Grunde ſprüht ein glühendes Eiſen, zumal in dephlogiſtiſirter Luft, häufige Funken umher.

Die Funken beym Feuerſchlagen ſind Stückchen Stahl, welche durch den Schlag losgeriſſen, von dem durch das heftige Reiben frey gewordenen Feuer glühend gemacht, oft ſogar mit Theilchen des Steins zuſammengeſchmolzen oder verſchlackt ſind. Man entdeckt ſie durchs Mikroſkop, wenn man Feuer auf ein untergelegtes Papier geſchlagen hat, in der Geſtalt kleiner Kügelchen. Ihrer großen Geſchwindigkeit halber ſcheint ein ſehr merklicher Theil ihres Weges auf einmal zu leuchten, daher ſtellen ſie ſich als leuchtende Fäden von einiger Länge dar.

Funken, elektriſcher, Scintilla electrica, *Etincelle électrique.* Diejenige elektriſche Erſcheinung, da die Elektricität eines Körpers in einen andern in Geſtalt eines ſchmalen Lichtcylinders übergeht, welcher bey Tage ſichtbar und mit einem kniſternden Laute begleitet iſt, aber im Augenblicke ſeiner Entſtehung plötzlich wieder verſchwindet. Es geſchieht durch den Funken jederzeit eine **Mittheilung** der Elektricität, ſ. **Elektricität** unter dem Abſchnitte: **Mittheilung** (I. Th. S. 733.).

Der elektriſche Funken zeigt ſich blos zwiſchen ſtumpfgeendeten oder abgerundeten Körpern, am lebhafteſten dann, wenn ſie beyde Leiter und auf entgegengeſetzte Art elektriſirt ſind; obgleich auch ſehr ſtarke Funken entſtehen, wenn nur der eine Körper ſtark elektriſirt, der andere aber im natürlichen Zuſtande oder wohl gar gleichartig mit jenem, aber ſchwach elektriſirt iſt. Bringt man ſolche Körper gegen einander, ſo ſieht man zuerſt zwiſchen ihnen ein unordentlich gebildetes Licht. Nähert man ſie aber noch mehr an einander, ſo bricht der Funken aus. Die Weite, in der dieſes zuerſt geſchieht, heißt die **Schlagweite**: ſie iſt deſto größer, je mehr der elektriſche Zuſtand beyder Körper unterſchieden iſt. Wenn man die Funken aus einem mit einer Elektriſirmaſchine verbundenen erſten Leiter zieht, ſo

ſind ſie deſto ſtärker, je mehr Oberfläche der Leiter hat, und je mehr er in die Länge ausgedehnt iſt; auch erhält man die ſtärkſten aus dem von der Maſchine abgekehrten Ende des Leiters. Der **P. Gordon** in Erfurt verſtärkte durch einen 200 Ellen langen dicken Eiſendrath den Funken ſo ſehr, daß er Vögel dadurch tödtete. Läßt man den Funken in den Finger oder irgend einen Theil des Körpers gehen, ſo verurſacht er eine ſchmerzhafte Empfindung, erſchüttert auch wohl, wenn er ſehr ſtark iſt, den ganzen Körper. Eben ſo empfindet man den Funken, wenn man ſich ſelbſt iſolirt hat und elektriſiren läßt, und dann von einem andern berührt wird, oder ſelbſt einen Leiter berührt. Iſt der Funken ſtark genug, ſo kan man dadurch leicht entzündliche Körper, z. B. Weingeiſt, zumal wenn er warm iſt, eine Kerze, die eben vorher gebrannt hat u. dgl. anzünden; am leichteſten brennbare Luft mit atmoſphäriſcher oder dephlogiſtiſirter vermiſcht, worauf ſich verſchiedene Werkzeuge gründen, ſ. **Lampe, Piſtole, elektriſche.**

Die Elektricität geht bey der Mittheilung durch den Funken wahrſcheinlich als ein kleiner ſphäriſcher Körper über, und ſollte wie ein leuchtendes Kügelchen erſcheinen. Ihre **Geſchwindigkeit** aber iſt ſo groß, daß ihr ganzer Weg auf einmal zu leuchten ſcheint, und alſo die Erſcheinung eines Lichtcylinders darſtellt. Eben dieſe Geſchwindigkeit macht es unmöglich, die Richtung des Funkens zu unterſcheiden, von dem man daher nie ſagen kan, aus welchem Körper er komme, und in welchen er gehe. Nach **Franklin's** Theorie ſoll er freylich aus dem poſitiv elektriſirten Körper kommen, und in den negativ elektriſirten hineingehen. Aber die Erfahrung belehrt uns ganz und gar nicht darüber, und die Funken aus negativen Conductorn ſehen völlig eben ſo aus, wie die aus poſitiven.

Aus ſehr ſtarken Funken großer Maſchinen ſtrömen bisweilen Feuerbüſchel nach allen Seiten aus. Sehr oft brechen ſich die Funken, zumal die längern, unter ſpitzigen Winkeln und bilden ein Zikzak, wie man dies auch am Wetterſtrale ſieht. Dies rührt von den feuchten oder leitenden Theilen her, die in der Luft nahe an ihrem Wege lie-

gen, und auf die ſie zugehen, um den Weg zu wählen, wo ſie den wenigſten Widerſtand antreffen.

Die ſtärkſten Funken unter allen bisherigen von 24 Zoll Länge und der Dicke eines Federkiels, hat die Maſchine im Teyleriſchen Muſeum zu Haarlem gegeben (ſ. dieſes Wörterb. Th. I. S. 799.). Sie werden weit länger, wenn man ſie an der Oberfläche eines ſchlechten Leiters hingehen läßt. Auf dieſe Art gab die gedachte Maſchine Funken von 6 Fuß Länge. Die Länge der Funken zu meſſen, haben **Groß** (Elektriſche Pauſen, Leipzig, 1776. 8.), **le Roy** (Mém. de l'acad. de Paris 1766. p. 541.), und **Langenbucher** (Beſchreibung einer verbeſſ. Elektriſirmaſchine, Augſp. 1780. 8. S. 46.) eigne Werkzeuge unter dem Namen **Funkenmeſſer** (*Spintherometre*) angegeben. Sie beſtehen aus Kugeln, die man längſt einem Maaßſtabe verſchieben, und dadurch ihre Entfernung vom Conductor, der ihnen Funken giebt, abmeſſen kan.

Johann Friedrich Groß hat in der eben angeführten Schrift zuerſt ein beſonderes Phänomen der elektriſchen Funken angezeigt, das er mit dem Namen der **elektriſchen Pauſen** belegt. In einiger Entfernung vom elektriſirten Körper hören unter gewiſſen Umſtänden die Funken auf; in einer gröſſern Entfernung kommen ſie wieder. **Nairne** (Phil. Tr. Vol. LXVIII.) hat nachher eben dies bemerkt, ſ. dieſes Wörterbuchs I. Theil, S. 393. Vielleicht iſt es die Wirkung einer zwiſchen beyden Körpern entſtandnen Ladung der Luft.

Die Entſtehung des elektriſchen Funkens wird aus der Theorie der Elektricität ſehr leicht erklärt. Wenn ein Körper z. B. +E hat, und ein anderer, der weniger +E, oder 0 oder —E hat, in ſeinen Wirkungskreis kömmt, ſo wird auf der jenem zugekehrten Stelle des letztern die entgegengeſetzte Elektricität erweckt, d. h. ſein +E wird abgeſtoßen, und ſein —E wird frey und gegen dieſe Seite gezogen. Nun entſteht zwiſchen beyden eine ſtarke Anziehung, die leichte Körper ſogar fortreißt. Nähert man beyde noch mehr, ſo wird dieſe Anziehung noch ſtärker, bis endlich die zwiſchen beyden E liegende Luftſcheibe dünn ge-

nug iſt, um mit den E durchbrochen zu werden. Alsdann gehen beyde E in ſichtbarer Geſtalt in einander über, ſättigen ſich und bringen beyde Körper ins Gleichgewicht. Nicht-leiter, welche die Elektricität nur ſchwer verlieren und annehmen, geben nur kleine Funken, oder nur ſtechendes Licht mit Kniſtern, Leiter hingegen veranlaſſen ſtärkere Funken. Was die Abſtumpfung der Enden hiebey thut, findet man im Art. Spitzen.

Die erſten Beobachter des elektriſchen Lichts, **Boyle, Otto von Guericke, D. Wall**, und **Hawksbee** ſahrn es blos an Nicht-leitern, und bemerkten gleichſam nur einen Schimmer und das Kniſtern davon. **D Wall** fühlte doch ſchon, daß das Licht des geriebnen Bernſteins den Finger auf eine empfindliche Art, mit einem plötzlichen Stoße, oder mit einem Blaſen, wie ein Wind, treffe. **Hawksbee** nennt den Schall ein Schnappen (Snapping), und die Wirkung auf den Finger eine Art von Druck (a kind of preſſure). Funken aus einem Leiter ſahe **Gray** zuerſt, da er ſeine geriebne Glasröhre gegen die Oberfläche des Waſſers in einem Gefäße brachte (Phil. Trans. 1730.). Er erzählt, es ſey ein feiner Stral aus dem Waſſer hervorgekommen. Die eigentliche Entdeckung des Funkens aber gehört dem **du Fay**, welcher ihn im Jahre 1732 zuerſt aus ſeinem eignen Körper zog (Mém. de Paris 1733.). Er ſowohl, als die, die ihn berührten, empfanden einen Schmerz, wie von einem Nadelſtiche, oder vom Brennen eines Funkens, der durch die Kleider eben ſo, wie auf die bloße Haut, wirkte, und im Dunkeln ſahe man den Funken ſehr deutlich. **Nollet**, der damals **du Fay's** Schüler war, ſagt (Leçons de phyſ. Vol. VI. p. 408.), er werde die Beſtürzung nie vergeſſen, in die der erſte Funke aus dem menſchlichen Körper du Fay und ihn verſetzt habe. Er fand hernach, daß man aus Metallen noch ſtärkere Funken erhielte, wodurch **Gray** veranlaßt wurde, metallne Conductoren oder erſte Leiter anzubringen, die ihm ſo ſtarke Funken aus Waſſer gaben, daß er die Aehnlichkeit mit dem Blitze im voraus ahndete, (ſ. dieſes Wörterb. I. Th. S. 748.).

Die deutſchen Naturforſcher, insbeſondere **Gordon** in Erfurt, verſtärkten die Funken noch mehr, und bemühten ſich, brennbare Stoffe dadurch zu entzünden. **D. Ludolf** in Berlin und **Winkler** in Leipzig waren die Erſten, denen es im Jahre 1744 gelang, Weingeiſt anzubrennen; **Gralath** in Danzig entzündete den Dampf einer eben verloſchenen Kerze, und **Boſe** in Wittenberg den von geſchmolzenem Schießpulver. **D. Watſon** wiederholte dieſe Verſuche, und fand, daß die Entzündung auch von ſtatten gehe, wenn eine elektriſirte Perſon den Weingeiſt hält, und eine unelektriſirte den Finger daran bringt, d. h. daß negative Funken eben ſowohl als poſitive zünden.

Bald hierauf gab die Entdeckung der leidner Flaſche den Naturforſchern ein Mittel, weit ſtärkere Wirkungen hervorzubringen, als der Funken der einfachen Elektricität zu thun vermögend iſt. Man iſt daher auf die Verſtärkung deſſelben nicht mehr ſo ſehr bedacht geweſen. Der Abt **Nollet** hat verſchiedene Spielwerke, die man damit machen kan, z. B. im Dunkeln leuchtende Buchſtaben und andere Figuren darzuſtellen, ſehr umſtändlich beſchrieben (Lettres ſur l'electricité, To. II. à Paris 1760. 12mo Lettr. 22. p. 274. ſq.). Die neuern, größern und beſſer eingerichteten Maſchinen haben inzwiſchen einfache Funken verſchafft, deren Wirkungen der verſtärkten Elektricität nicht viel nachgeben.

Prieſtley Geſchichte der Elektr. durch **Krünitz**, an mehreren Stellen.

Erxleben Anfangsgr. der Naturl. § 521 — 523.

Cavallo Vollſt. Abhandl. der Lehre v. der Elektr. Dritte Aufl. S. 7. 34.

Fuß, Schuh, Pes, *Pied.* Der Fuß oder Schuh iſt das zur Meſſung gerader Linien angenommene Maaß, aus deſſen Zuſammenſetzungen und Eintheilungen alle übrigen Längenmaaße entſpringen. Es ſoll eigentlich die Länge des Fußes von einem im vollkommenſten Verhältniſſe gebildeten Manne ſeyn; das Unbeſtimmte hierinn aber macht, daß die Fußmaaße faſt aller Orten von einander abweichen.

Dieſe unangenehme Verſchiedenheit würde ſich vermeiden laſſen, wenn uns die Natur ein **allgemeines Längenmaaß** gegeben hätte, ſo wie ſie uns durch die beſtändig gleiche Dauer des **Sterntags** oder der Umwälzung der Erde ein allgemeines Zeitmaaß verſchafft. Aber in dem ganzen Umfange der Naturreiche findet ſich nichts, was immer und überall mit einer gleichen unveränderlichen Länge hervorgebracht oder beſtimmt würde; man trifft vielmehr in allen natürlichen Produkten und Beſtimmungen Mannigfaltigkeit und Unterſchiede der Größe an.

Nach vielerley fruchtloſen Vorſchlägen, die **Weidler** (Diſſ. de nova menſura corporum univerſali, Witeb. 1727.) erzählt, und noch mit einem neuen vermehrt hat, glaubte **Huygens** (De horolog. oſcill. prop. 25.) in der Länge des Secundenpendels ein allgemeines Maaß gefunden zu haben. Aber die Entdeckung, daß das Secundenpendel nicht überall gleich, ſondern unter dem Aequator kürzer, als bey uns ſey, vernichtete auch dieſe Ausſicht, obgleich die Länge des Secundenpendels für einen beſtimmten Ort, z. B. für Paris, oder um dem Aequator ſelbſt zu gleichförmigen Beſtimmungen der Maaße nach den Vorſchlägen **Bouguers** (Figure de la terre, p. 300.) und **Condamine's** (Voyage de la riviere des Amaz. p. 202.) dienen könnte. Darauf bezieht ſich der Wunſch des letztern in der Aufſchrift eines Denkmals, das er in Peru wegen ſeiner Verſuche über das Secundenpendel errichten ließ. Es iſt darauf die Länge dieſes Pendels unter dem Aequator in Stein gegraben mit den Worten: Menſurae naturalis exemplar, utinam et univerſalis!

Vom menſchlichen Körper haben ſchon die Alten die Beſtimmungen ihrer Maaße entlehnt, daher ihre digiti, palmae, pedes, cubiti, paſſus, orgyiae (Klaftern) benannt ſind. Wie unrichtig die ältern deutſchen Feldmeſſer hiebey zu Werke gegangen ſind, ſieht man aus **Jacob Köbels** Geometrey (Frf. 1584. 4. S. 4.), wo vorgeſchrieben wird, „ſechszehn Mann, klein und groß, wie die un„gefehrlich nach einander aus der Kirchen gehen, einen je„den vor den andern einen Schuh ſtellen zu laſſen; dieſelbi-

„ge Lenge werde und ſolle ſeyn, ein gerecht gemein Meß„rute, damit man das Feld meſſen ſol.“ Von ſo thörichten Beſtimmungsarten mögen wohl die großen Unterſchiede zwiſchen den Fußmaaßen, oft bey benachbarten Orten, zum Theil herrühren.

In den phyſikaliſchen Angaben kömmt am häufigſten der pariſer oder **königliche Fuß** (pes Pariſinus, *pied du Roi*) vor, der auch unter den übrigen der größte iſt, und daher am bequemſten dienen kan, um alle andere damit zu vergleichen. Man theilt ihn in 12 **Zoll** (digitos, pollices, *pouces*), den Zoll in 12 Linien, die Linie noch in 10 oder 100, mithin den ganzen Fuß in 14400 Theile ein. In ſolchen Theilen laſſen ſich die Längen anderer Fußmaaße angeben, z. B. der **rheinländiſche** auch in Dänemark eingeführte Fuß, hält 13913, der **leipziger** 12529 ſolcher Theile.

Ein Verzeichniß der bekannteſten Fußmaaße mit dem pariſer verglichen, liefert aus den beſten Schriftſtellern Herr **Mayer** (Gründlicher und ausführlicher Unterricht zur praktiſchen Geometrie. Göttingen, 1777. III. Th. 8. Erſter Theil, S. 52.), lehrt auch zugleich den Gebrauch deſſelben zur Verwandlung der Maaße in einander ſehr kurz und deutlich. Von den Fußmaaßen der Alten handeln **Snellius** (Eratoſthenes Batav. L. II.), **Riccioli** (Geograph. reform. L. II.), **Eiſenſchmid** (De ponderibus et menſuris. Argent. 1708. 8.) und **Arbuthnot** (Tables of ancient Coins, Weights and Meaſures, London 1727. 4.).

Aus dem Fußmaaße entſtehen durch Zuſammenſezzung und Theilung alle andern Längenmaaße. Zween Schuh oder Fuß geben die **Elle** (cubitum, *aune*), ſechs Schuh die **Klafter**, den **Faden**, das **Lachter** (hexapoda, orgyiam, ulnam, *toiſe*, daher ſechs pariſer Schuh die in den phyſikaliſchen Angaben ſo oft vorkommende franzöſiſche **Toiſe** ausmachen), 10, bisweilen auch 12, 15 oder 16 Schuh die **Ruthe** (decempedam). Eingetheilt wird der Fuß von den Werkleuten in 12, von den Geometern in 10 Zoll, ſo der Zoll in 12 oder 10 Linien. Die ſächſiſchen Feldmeſ-

ſer nehmen 15 leipziger Schuhe, (Werkſchuhe) auf eine Ruthe, theilen aber dieſe (um von der Decimaleintheilung nicht abzuweichen) in 10 geometriſche Schuhe ein, daher ſich der geometriſche Schuh zum Werkſchuhe wie 15:10 oder wie 3:2 verhält. Dieſen geometriſchen Schuh theilen ſie in 10 Zolle, dagegen die Werkleute den Werkſchuh in 12 Zolle theilen. So verhält ſich der geometriſche Zoll zum Werkzolle, wie 36:20 oder wie 9:5. In der Phyſik giebt man ſo, wie im gemeinen Leben, die Längen nach Werkmaaße an.

Noch größere Längenmaaße ſind die **Meilen**, von welchen ein beſonderer Artikel handeln wird.

G.

Gährung, Fermentatio, *Fermentation.* Eine innere Bewegung, in welche die vegetabiliſchen und thieriſchen Subſtanzen an der Luft bey einer gelinden Wärme und Näſſe gerathen, und durch welche ihre chymiſchen Beſtandtheile in neue Verbindungen geſetzt werden. Alle Stoffe aus dem Pflanzen- und Thierreiche, welche Oel, feine Erde und Salz enthalten, gerathen von ſelbſt in dieſe Bewegung, wenn ſie mit einer zulänglichen Menge Waſſer einer Wärme, welche etwa von einigen Graden über dem Eispunkte bis 25° nach Reaumür gehet, ausgeſetzt, und nicht alles Zutritts der Luft beraubt werden. Die neuen Gemiſche aber, welche die Gährung hervorbringt, ſind nach den Stoffen und Umſtänden ſehr verſchieden.

Bey allen Gährungen entwickelt ſich die ſogenannte **fixe Luft** oder **Luftſäure**, ſ. **Gas, mephitiſches.** Sobald dieſe hervorzugehen anfängt, wird die flüßige Maſſe trüb, die ölichten, erdichten und ſalzigen Theile trennen ſich von den übrigen, und es bilden oder entwickeln ſich neue Gemiſche, die den Geſchmack und Geruch der Maſſe ändern. Alle Theile des Körpers ſind dabey thätig; aber die Luftſäure, die ſie vielleicht vorher in Verbindung hielt, macht den Anfang, und iſt das vornehmſte innere Hülfsmittel des ganzen Vorgangs.

Man unterſcheidet drey Arten oder vielmehr Stufen dieſer Veränderung, die **Weingährung, Eſſiggährung** und **Fäulniß**, oder die **geiſtige** (ſpirituoſa, vinoſa), **ſaure** (acetoſa) und **faule Gährung** (putredinoſa). Aus der erſten erhält man einen **Wein**, und aus dieſem einen entzündlichen mit Waſſer miſchbaren Geiſt, den **Weingeiſt**; aus der zweyten eine Säure, einen **Eſſig**; die dritte zerſetzt die Körper völlig, und giebt ein flüchtiges Laugenſalz, ſ. **Fäulniß**.

Viele, beſonders vegetabiliſche Subſtanzen, gehen allmählig durch alle dieſe Stufen, andere neigen ſich gleich vom Anfang zur ſauren Gährung, noch andere, beſonders die thieriſchen, ſogleich zur Fäulniß. Eine Subſtanz, welche ſchon durch eine höhere Stufe gegangen iſt, kan nicht wieder zur niedrigen zurückkehren. Diejenigen aber, welche der geiſtigen Gährung fähig ſind, können zur Fäulniß nicht anders, als durch die beyden erſten Stufen kommen. **Stahl** (Zymotechnia fundamentalis, Halae, 1697. 8. **Stahls** allgemeine Grunderkenntniß der Gährungskunſt. Frf. u. Leipz. 1734. 8.) hat zuerſt wahrgenommen, daß dieſe drey Veränderungen nicht, wie man vordem glaubte, beſondere Operationen, ſondern Stufen eines und eben deſſelben Ueberganges ſind.

Schon beym Leben der Pflanzen und Thiere gehen beym Keimen und Wachsthum der erſten, und bey den Bereitungen der Säfte in den letzern, gährungsartige, obgleich ſchwache, Bewegungen vor. Nach Endigung des Lebens aber durchlaufen alle dieſer Veränderungen fähige Subſtanzen aus dem Pflanzen und Thierreiche die ihnen zukommenden Stufen, daß alſo die Gährung in ihrem ganzen Umfange genommen nicht anders, als der Uebergang zur Fäulniß iſt.

Man hemmt und unterdrückt die Gährung durch Kälte, durch Abhaltung der Luft und des Waſſers, und durch Vermiſchung mit Materien, die ſich mit den Beſtandtheilen der Körper vereinigen können, und doch der Gährung unfähig ſind, z. B. mit Weingeiſt, Säuren und Mittelſalzen. Kein Traubenſaft gährt, und kein Fleiſch fault in

ſtrenger Kälte, unter der Glocke der Luftpumpe, oder bey vollkommner Austrocknung. Der Wein bleibt in ſeinem Zuſtande, wenn man ihn mit Schwefelſäure durchziehen läßt, und thieriſche Körper werden vor der Verderbniß durch Weingeiſt, Salz, Rauch u. dgl. geſchützt.

Mineraliſche Subſtanzen ſind der Gährung unfähig; das Verwittern der Kieſe, wobey ſich neue Salze bilden, und die Veränderung der unvollkommnen Metalle durch Luft und Waſſer, laſſen ſich hieher nicht wohl rechnen; man müßte denn dem Worte Gährung eine weit ausgebreitetere Bedeutung geben. Sonſt hat man auch ſehr unrichtig die Gährung mit dem Aufbrauſen verwechſelt, welches doch bey ihr blos ein begleitender Umſtand iſt, ſ. **Aufbrauſen.**

Die Gährung wird veranlaſſet oder erregt, wenn man den Körper mit einer ſchon gährenden, oder dazu höchſt geneigten Subſtanz vermiſchet. Solche Subſtanzen heißen **Gährungsmittel, Fermente** (fermenta, *ferments*). Dergleichen ſind bey der geiſtigen Gährung die Hefen, bey der Eſſiggährung die Weinkämme, der Sauerteig und für die Milch das Laab. Oft ſind auch Honig, Zucker, Farinenzucker und andere ſüße Pflanzenſäfte, Gefäße von Eichenholz, in welchen bereits Materien gegohren haben u. ſ. w. als Fermente anzuſehen. Aehnliche Wirkungen bringen die Anſteckungsgifte im Blute des lebenden Körpers hervor.

Macquers chym. Wörterbuch, durch Leonhardi, Art. Gährung, Gährungsmittel.

Gallileiſches Fernrohr, ſ. Fernrohr.

Galmey, Calamintſtein, gegrabne Cadmie, Lapis calaminaris, Cadmia nativa ſ. foſſilis, *Pierre calaminaire*, *Calamine*, *Cadmie foſſile.* Ein Mineral von einer gelben ins Röthliche fallenden Farbe, welches Zink, Eiſen und bisweilen andere Subſtanzen enthält, und zur Bereitung des Meſſings gebraucht wird, ſ. **Meſſing.**

Gang, Erzgang, Vena metallica, *Filon*, *Mine.* Gänge nennt man Spalten der Gebirge, in welchen die

Metalle, Erze und andere von der Maſſe des Gebirges, oder der **Bergart**, unterſchiedene Foſſilien enthalten ſind. Um ſich von der gewöhnlichen Geſtalt dieſer Gänge richtige Begriffe zu machen, ſtelle man ſich durch das Gebirge oder einen Theil deſſelben zwo parallele Ebnen geſetzt vor, die die über einander liegenden Schichten der Gebirgsmaſſe, die **Gebirgslager**, durchſchneiden. Wenn man ſich nun den Raum zwiſchen dieſen Ebnen entweder leer oder mit einer andern Maſſe ausgefüllt denkt, ſo hat man im erſten Falle eine **Kluft**, im zweyten einen **Gang**. Haben dieſe Ebnen einerley Lage mit den Gebirgslagern ſelbſt, und iſt ihr Raum ebenfalls mit einer andern Materie ausgefüllt, ſo heißt er ein **Slötz**. Man ſieht dieſe Ebnen als Grenzen des Ganges an, und ihr Abſtand von einander beſtimmt ſeine Dicke oder **Mächtigkeit**. Bey den Gängen heißen dieſe Grenzen **Saalbänder**, und zwar die obere das **Hangende**, die untere das **Liegende**; bey Flötzen wird die obere das **Dach**, die untere die **Sohle** genannt.

Die Richtung eines Ganges nach den Weltgegenden, oder der Winkel, welchen die in ſeinen Ebnen gezognen Horizontallinien mit der Mittagslinie machen, heißt ſein **Streichen**, und wird von den Markſcheidern nicht in Graden, ſondern in Stunden angegeben. Man theilt zu dem Ende den Horizont in 24 Stunden, welche vom Mittagspunkte und Mitternachtspunkte aus zur Rechten bis XII fortgezählt werden. So fallen die gedachten Punkte ſelbſt in die zwölfte, der Morgen- und Abendpunkt aber in die ſechſte Stunde, und von einem Gange, welcher von Nordoſt nach Südweſt läuft, ſagt man, er **ſtreiche in der dritten Stunde**. Je nachdem dieſe Richtung eine ſolche iſt, nach welcher man in eben dieſem Gebirge bereits viel oder wenig fündige Gänge angetroffen hat, ſagt man, der Gang ſtreiche in einer guten oder ſchlechten Stunde.

Die Neigung des Ganges gegen die Verticalebne heißt ſein **Fallen**, und wird durch gewöhnliche Grade ausgedrückt. Die Wiſſenſchaft alles deſſen, was hiebey auf Abmeſſung und Berechnung ankömmt, heißt die **Mark-**

ſcheidekunſt (Geometria ſubterranea). Sie iſt von Herrn Lempe, Profeſſorn der Bergakademie zu Freyberg, (Gründliche Anleitung zur Markſcheidekunſt, Leipzig, 1782. gr. 8.) ſehr vollſtändig und gründlich vorgetragen worden.

Die Gänge ſind mit einem von der Bergart verſchiedenen Geſtein, der **Gangart**, ausgefüllt, in welcher die Erze liegen, ſ. Erze. Die keine Erze enthalten, heißen **taube Gänge**, die übrigen **fündige**.

Man ſieht die Gänge am wahrſcheinlichſten als Spalten an, welche in den älteſten Gebirgen entweder bey Verhärtung der Maſſe oder durch Erdbeben entſtanden, und nachher durch die Wirkung des Feuers und Waſſers mit den Gangarten und Erzen ausgefüllt worden ſind. Wenn zu der damaligen Zeit die Oberfläche unter dem Meere ſtand, und alſo das Waſſer die entſtandnen Spalten ſogleich anfüllte, ſo iſt der Urſprung der Gangarten, welche mehrentheils kryſtalliniſch ſind, leicht zu begreifen; aber die Entſtehung der Metalle iſt nicht ſo deutlich, und wir müſſen über die Art, auf welche die Natur ſelbige hervorgebracht hat, unſere gänzliche Unwiſſenheit geſtehen.

Ganggebirge, ſ. Berge.

Gas, Gasart, Luft, Luftgattung, luftförmiger Stof permanent elaſtiſches, bleibend elaſtiſches Fluidum, Gas, Aër, Aura, Aeris genus, fluidum aëriforme, fluidum elaſticum, *Gas*, *Air*, *Eſpece d' air*, *fluide aëriforme*, *fluide d' une élaſticité permanente*. Unter dieſen Benennungen verſtehe ich hier mit Herrn **Lichtenberg** (Zuſ. zu Erxlebens Anfangsgr. der Naturl. §. 236.) jede völlig unſichtbare elaſtiſche flüßige Materie, welche durch die Wärme beträchtlich ausgedehnt, und durch die Kälte zuſammengezogen wird, ohne jedoch durch letztere jemals zu einem **feſten**, oder zu einem **tropfbaren flüßigen** Körper verdichtet zu werden; die endlich in gläſerne Gefäße eingeſchloſſen werden kan, ohne in denſelben ihre Eigenſchaften zu verändern. Durch ihre Unſichtbarkeit und ſtarke Elaſticität unterſcheiden ſich die Gasarten von den **tropfbaren Flüßigkeiten**; durch die Unmöglichkeit einer

Verdichtung mittelſt der Kälte von den **Dämpfen** und **Dünſten**, welche die Kälte in feſter oder tropfbarer Geſtalt niederſchlägt, durch die Möglichkeit der Einſperrung endlich von Materien, wie der **Feuerſtoff**, das **Licht**, die **elektriſche, magnetiſche** u. ſ. w., die ſich nicht in Gefäße einſchließen laſſen. Nach dieſer Beſtimmung gehört unſere atmoſphäriſche Luft, ſo wie die dephlogiſtiſirte, ebenfalls unter die Gasarten. Ich weiß wohl, daß viele angeſehene Chymiker die reſpirablen Luftarten davon unterſcheiden, und den Namen Gas blos denen Gattungen beylegen, die ſich nicht athmen laſſen; es ſchien mir aber hier vorzüglich bequem, nach **Macquer's** Beyſpiele, die chymiſchen Eigenſchaften **aller** luftförmigen Stoffe unter dem Artikel: **Gas** zuſammen zu ſtellen, ſo wie die Behandlung ihrer mechaniſchen Eigenſchaften bey dem Worte: **Luft** den ſchicklichſten Platz finden wird.

Der Name Gas, welchen **van Helmont** zuerſt gebraucht hat, ſoll nach Einigen aus dem Hebräiſchen entlehnt ſeyn, und eine Unreinigkeit anzeigen, die ſich aus dem Körper ſcheidet. Andere leiten ihn von **Geiſt**; **Junker** aber (Conſp. Chem. Tab. XIV. §. 14.) von dem deutſchen **Gäſcht** her, welches einen Schaum oder Ausbruch der Luft aus einem Körper bedeutet. Dieſe Ableitung iſt wohl die wahrſcheinlichſte; und das Wort läßt ſich, weil es keine ihm eigne Bedeutung hat, bequemer als andere, zur Bezeichnung der luftförmigen Stoffe überhaupt gebrauchen.

Paracelſus belegte die elaſtiſche Materie, welche bey der Gährung und dem Aufbrauſen aus den Körpern geht, mit dem Namen eines **wilden Geiſtes** (Spiritus ſilveſtris).

Van Helmont (Complexionum atque mixtionum elementarium figmentum, Num. 14. in Opp. omn. Frf. 1707. 4. p. 102.) unterſchied ſchon verſchiedne Arten dieſer Materien mit den Namen Gas ſilveſtre flammeum, ventoſum, pingue u. ſ. f., und bemerkte mit Recht, daß dieſes Gas, in welches ſich manche Körper gänzlich auflöſen laſſen, in ihnen nicht in ſeiner elaſtiſchen Geſtalt, ſondern in einer concreten und coagulirten Form (ſpiritus concretus et corporis more coagulatus) vorhanden ſey. Er

ſchreibt die ſchädlichen Wirkungen der Hundsgrotte bey Neapel einem Gas zu, und erklärt in einigen ſeiner Abhandlungen durch die Erzeugung der Gasarten viele Erſcheinungen des thieriſchen Körpers auf eine ſolche Art, daß die Menge und Richtigkeit ſeiner Kenntniſſe hievon Bewunderung erregt.

Boyle (Nova exp. phyſico - mechanica de elaſticitate et gravitate aeris, in Opp. Genev. 1680. 4.) entwickelte durch häufige Verſuche mancherley Gasarten, gab denſelben den Namen der gemachten oder künſtlichen Luft (*factious air*), entdeckte auch zuerſt, daß die gemeine Luft durch die Verbrennung **vermindert**, oder wie er es erklärte, ihre Federkraft geſchwächt würde. Daß die Zinn- und Bleykalke bey ihrer Entſtehung Luft einſaugen, lehrte ſchon 1630 **Jean Rey** (Eſſais ſur la recherche de la cauſe, pour laquelle l'Eſtain et le Plomb augmentent de poids, quand on les calcine, Bazas. 8.), aus deſſen Schrift **Rozier** (Journal de phyſique, To. V. p. 47. ſq.) und **Weigel** (Beytr. zur Geſchichte der Luftarten, Greifsw. 1784. 8. Erſt. Th. S. 1. u. f.) Auszüge geben.

Hales (Vegetable Statiks. Lond. 1727. 8. Statik der Gewächſe, Halle 1747. 8.) verfolgte dieſe Unterſuchungen noch weiter, erfand eine Geräthſchaft zu Behandlung der Luftarten, ſ. **Pnevmatiſch-chymiſcher Apparat**, und ſuchte beſonders die Quantitäten der entbundnen oder verſchluckten luftförmigen Materien zu beſtimmen. Das ſechſte Capitel ſeiner angeführten Schrift enthält den Keim der meiſten neuern Entdeckungen. Herr **Lavoiſier** (Opuſc. phyſiques et chymiques. Paris, 1774. T. I. P. I. **Lavoiſier** phyſikaliſch-chemiſche Schriften, a. d. Frz. von **Weigel**, Greifsw. 1783. 8.) hat aus ihm ſowohl, als aus andern Schriftſtellern in dieſem Fache vortrefliche Auszüge geliefert, wozu Herr **Weigel** (Beytr. zur Geſch. der Luftarten) noch mehrere hinzufügt.

D. Joſeph Black, (Abhdl. von einſaugenden Erden, und beſonders von der weißen Magneſia, in den neuen Edinburger Bemerk. und Verſ. Th. II.) machte im Jahre 1756 von dieſen Entdeckungen eine ſehr glückliche Anwendung

auf die chymiſche Theorie. Er bewieß, daß die Aetzbarkeit und auflöſende Thätigkeit des Kalks und der Laugenſalze von dem Grade ihrer Sättigung mit fixer **Luft** abhange, ein Syſtem, welches die vorigen Theorien der Chymiſten, z. B. die Meyeriſche von der fetten Säure, bald verdrängte. **Jacquin** (Examen chemicum doctrinae Meyerianae et Blackianae. Vindob. 1769. 8. deutſch, Frf. u. Lpzg. 1770. 8.) beſtärkte dieſe wichtige Entdeckung, und **Macbride** (Experimental Eſſays on medical and philoſophical ſubjects. London, 1767. 8.) machte Anwendungen davon auf den thieriſchen Körper.

D. Prieſtley (Experiments and Obſervations on different kinds of air, Vol. I. Lond. 1774. Vol. II. 1775. Vol. III. 1777. ferner Vol. IV. unter dem Titel: Exper. and Obſerv. relating to various branches of Natural Philoſophy with a continuation of the obſ. on air. London 1779. und Vol. V. oder des letztern Vol. II. Birmingham, 1781. Vol. III. Birmingham, 1786. 8. deutſch: Verſuche und Beob. über die verſchiedenen Gattungen der Luft von D. **Chriſtian Ludwig**, Wien 1778. 79. 80. Verſuche und Beobacht. über verſchiedene Theile der Naturlehre, Leipzig, 1780. 8. Zweyter Band, Wien und Leipz. 1782. 8.) hat in der Menge und Wichtigkeit ſeiner über die Gasarten gemachten Entdeckungen alle ſeine Vorgänger bey weitem übertroffen, und dem forſchenden Phyſiker ein ganz neues Feld eröfnet. Auszüge aus ſeinen weitläuftigen und reichhaltigen Schriften findet man beym **Weigel** (Beytr. zur Geſch. der Luftarten. S. 265. u. f.) und in den leipzig. Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſchichte (III. Band. 1. 3. u. 6. Stück).

Seit dieſer Zeit iſt die Lehre von den Gasarten, die man ſonſt zur Chymie allein zählte, ein wichtiger Theil der Naturlehre geworden. Durch ſie haben wir erſt unſere **Luft** gehörig kennen gelernt, Aufſchlüſſe über die Natur des **Feuers** und **Phlogiſtons** bekommen, neue Verhältniſſe der Thiere und Pflanzen entdeckt, und gefunden, daß ſich feſte Körper ganz leicht in permanent elaſtiſche Flüßigkeiten, und dieſe in jene, verwandeln laſſen, ein Verfahren, wovon die Natur gewiß ſehr häufigen Gebrauch macht. Die vor-

nehmſten Schriftſteller, welche ſich in dieſem Fache hervorgethan haben, führt Herr **Leonhardi** (in Macquer's chymiſch. Wörterb. Art. Gas, Th. II S. 334. u. f. vorzüglich in der Anm. ***) S. 335.) an. Kurze Vorſtellungen der ganzen Lehre von den Luftgattungen haben **Cavallo** (Abhandlungen über die Eigenſchaften der Luft und der übrigen beſtändig elaſtiſchen Materien, a. d. Engl. Leipzig, 1783. 8.), **Leonhardi** (Aerologiae phyſico-chemicae recentioris primae lineae. Lipſ. 1781. 4. und: Kurzer Umriß der neuern Entd. über die Luftg. bey ſ. Ueberſ. von **Scheelens** Abhdl. von Luft und Feuer, Leipzig, 1782. 8.), **Rouland** (Tableau hiſtorique des proprietés de l'air. à Paris, 1784. 8.), **de la Metherie** (Eſſai analytique ſur l'air pur et les differentes eſpeces d'air. à Paris, 1785. 8.), **Weber** (Ueber die gemeine und durch Auflöſung aus Körpern entwickelte Luft, Landshut, 1785. 8.), am gedrängteſten Herr **Lichtenberg** (Vierte Aufl. von Erxlebens Naturl. Gött. 1787. 8. nach §. 236.) gegeben.

Die **Luftgattungen** ſind von den **Dämpfen** dadurch weſentlich unterſchieden, daß ſie nicht, wie jene, durch die Kälte oder durch einen hinreichenden Druck ihrer Elaſticität beraubt, und in feſte oder tropfbare Materien verwandelt werden, daher ſie auch den Namen **bleibend elaſtiſcher Flüßigkeiten** (permanently elaſtics) erhalten haben. Sie ſcheinen daher mit dem **Feuer**, welches doch wohl die Urſache der Flüßigkeit und Elaſticität enthält, inniger und feſter, als die Dämpfe, verbunden zu ſeyn.

De Lüc (Neue Ideen über die Meteorologie, a. d. Frz. Berlin, 1787. I. B. S. 73. u. f.) theilt die **elaſtiſchen** oder, wie er ſie nennt, **ausdehnbaren Flüßigkeiten** überhaupt in die zwo Claſſen der **Dünſte** (*vapeurs*) und der **luftförmigen Flüßigkeiten** (*fluides aëriformes*) ein. Er ſucht den erſten Grund der Ausdehnbarkeit in einer Verbindung mit dem **Lichte**, als der einzigen elementariſchen und einfachen elaſtiſchen Subſtanz, außer der alle übrigen zuſammengeſetzt ſind, und ohne Aufhören entſtehen und wieder vergehen. Dieſe Subſtanzen nun erhalten ihre Elaſticität von einem ihrer Beſtandtheile, welcher mit dem

Lichte genau verbunden iſt, und den er die **fortleitende Flüßigkeit** (*fluide déferent*) nennt. Dieſes fortleitende Fluidum macht mit einer andern **blos ſchweren**, nicht elaſtiſchen, **Subſtanz** (*ſubſtance grave*) zuſammen, die elaſtiſche Materie, ſo wie ſie ſich uns zeiget, aus.

Die unterſcheidenden Kennzeichen der Dünſte und luftförmigen Flüßigkeiten ſind nach ihm folgende drey.

1. Die luftförmigen Flüßigkeiten halten jeden bekannten Grad des Drucks aus, ohne ſich zu zerſetzen; die Dünſte hingegen zerſetzen ſich, wenn ein allzuſtarker Druck ihr fortleitendes Fluidum von der blos ſchweren Subſtanz trennet.

2. Die luftförmigen Flüßigkeiten zerſetzen ſich nicht eher, als wenn ſich zwiſchen ihrer blos ſchweren Subſtanz und einem andern Körper eine ſtärkere Verwandſchaft äuſſert, als zwiſchen dieſer Subſtanz und ihrem fortleitenden Fluidum ſtatt findet; daher kan eine luftförmige Flüßigkeit in einem hermetiſch verſchloßnen Gefäße nicht zerſetzt werden. Bey Dünſten hingegen findet auch eine Zerſetzung ohne Dazwiſchenkunft eines andern Körpers ſtatt, wenn nemlich das fortleitende Fluidum die ſchwere Subſtanz verläßt, um ſich in das ihm zukommende Gleichgewicht zu ſetzen.

3. Sind die luftförmigen Stoffe einmal gebildet, ſo iſt ihre Zuſammenſetzung beſtimmt, und ſie können ihre Natur nicht ändern, wenn nicht eine neue Subſtanz hinzukömmt. Daher bleibt das Verhältniß ihrer Beſtandtheile immer eben daſſelbe und ihre ſpecifiſche Elaſticität immer gleich groß. Bey den Dünſten hingegen iſt das Verhältniß der Beſtandtheile ſehr abwechſelnd, und ihre Elaſticität richtet ſich nach der Menge des in ihnen enthaltenen fortleitenden Fluidums.

Dieſe drey Kennzeichen vereinigen ſich ſämmtlich dahin, daß bey den luftförmigen Flüßigkeiten eine weit ſtärkere und innigere Verbindung der ſchweren Subſtanz mit dem fortleitenden Fluidum ſtatt findet, als bey den Dünſten. Es iſt aber nach **de Lüc** das fortleitende Fluidum bey allen luftförmigen Flüßigkeiten das **Feuer**, und ſein Syſtem ſtimmt alſo ſehr wohl mit dem Satze überein, daß das Weſen der beſtändig elaſtiſchen Materien in einer genauen

Verbindung mit dem Feuer beſtehe. Zu den Dünſten werden übrigens nach dieſem Syſtem nicht allein die Waſſerdämpfe gerechnet, wo das Feuer das fortleitende Fluidum, und das Waſſer die ſchwere Subſtanz iſt, ſondern es gehören auch das Feuer ſelbſt, und die elektriſche Materie in dieſe Claſſe, ſ. **Feuer, Flaſche, geladne.**

Die Vorrichtungen, deren man ſich zu den Verſuchen über die Gasarten bedienen muß, welche urſprünglich von Hales herrühren, von **Prieſtley** aber ſehr verbeſſert worden ſind, werde ich bey dem Worte: **Pnevmatiſch-chymiſcher Apparat** beſchreiben.

Alle jetzt bekannte Gasarten laſſen ſich in ſolche, die dem thieriſchen Leben und der Verbrennung dienlich ſind, **reſpirable, athembare,** und ſolche theilen, die die Thiere tödten und die Lichter auslöſchen, **irreſpirable, mephitiſche, Schwaden, Muffeten** (Mephites). Zur erſten Claſſe gehören blos die **gemeine** und die **dephlogiſtiſirte Luft.** Viele haben dieſe Claſſe gar nicht mit unter dem Namen **Gas** begriffen, ſondern als wahre und eigentliche **Luft** von den Gasarten, worunter ſie blos die mephitiſchen verſtehen, unterſchieden. Die mephitiſchen ſind wiederum entweder ſolche, die ſich nicht mit Waſſer vermiſchen, oder die ſich damit miſchen laſſen. Dieſer Unterſchied iſt wegen der Behandlungsart wichtig, da bey den meiſten letztern der **pnevmatiſch-chymiſche Queckſilber-Apparat** gebraucht werden muß. Die mit Waſſer nicht miſchbaren Gasarten ſind: **Phlogiſtiſirtes Gas, Nitröſes** oder **ſalpeterartiges Gas,** und **Brennbares Gas,** wozu man noch das eigentlich **Mephitiſche Gas,** oder die **Luftſäure** rechnen kan, welche ſich wenigſtens nicht ſo leicht mit dem Waſſer miſcht, daß ſie den Gebrauch des Queckſilber-Apparats erforderte. Die mit Waſſer miſchbaren ſind: **Vitriolſaures, Salzſaures, Salpeterſaures, Flußſpathſaures, Eſſigſaures, Hepatiſches, Flüchtig-alkaliſches** und nach Einigen noch **Phoſphoriſches Gas.** Von jeder dieſer einzelnen Gattungen folgen nun umſtändliche Nachrichten in beſondern, ebenfalls nach alphabetiſcher Ordnung fortgehenden Artikeln.

Gas, atmoſphäriſches (Keir), gemeine Luft, atmoſphäriſche Luft, Gas atmoſphaericum, Aër atmoſphaericus vulgaris, communis, Gas ventoſum (*Helmont*), *Gas atmoſphérique*, *Air commun*, *Air de l'atmoſphère*. Die unſichtbare, farbenloſe, durchſichtige, compreſſible, ſchwere und elaſtiſche flüßige Materie, welche unſere Erdkugel, als Luftkreis, von allen Seiten her umgiebt. Die Einrichtung, welche ich bey Behandlung der Gasarten getroffen habe, macht, daß ich von dieſer ſo wichtigen Flüßigkeit unter zween Artikeln, hier und bey dem Worte: **Luft** reden muß. Dort werde ich von ihren mechaniſchen Eigenſchaften, hier aber von ihrer chymiſchen Unterſuchung und ihren Verhältniſſen gegen die übrigen Gasarten handeln. Dort wird alſo auch der Ort ſeyn, die Beweiſe ihres Daſeyns und ihrer vornehmſten Eigenſchaften anzuführen, die ich hier als erwieſen vorausſetzen muß.

Dieſe die Erde umgebende Materie iſt in ihrem gewöhnlichen Zuſtande mit unzählbaren fremden Subſtanzen verbunden. Sie hält Waſſer in ſich aufgelöſet, ſ. **Dünſte**, und verbindet ſich mittelſt deſſelben mit Salzen; ſie iſt an manchen Orten mit Schwefel, faulen Ausflüſſen, u. dgl. imprägnirt, auch ſchweben häufige erdichte Theilchen in ihr. Wenn man endlich auch alle dieſe fremden Subſtanzen von ihr trennet, ſo iſt doch der zurückbleibende luftige Stoff ſelbſt noch zuſammengeſetzt, und keinesweges, wie man ehedem glaubte, eine einfache elementariſche Subſtanz.

Bey der großen Menge von entzündlichen, wenigſtens phlogiſtiſirten Körpern, bey der Verbreitung des brennbaren Weſens durch alle Reiche der Natur, bey den vielen Entwicklungen des Phlogiſtons, welche täglich auf der Erde vorgehen, und bey der auflößenden Kraft der Luft auf ſo viele verflüchtigte Stoffe, fällt es von ſelbſt in die Augen, daß die Luft der Atmoſphäre mit **Phlogiſton** verbunden ſeyn müſſe. Man wird bey den Worten: **Athmen** und **Verbrennung** finden, daß die gemeine Luft dieſe beyden Operationen nur in ſofern befördert, als ſie fähig iſt, das durch dieſelben ſo häufig entwickelte Brennbare in ſich auf-

zunehmen. Sie wird mit demſelben endlich geſättiget, und iſt alsdann unfähig, Athmen und Verbrennung länger zu befördern; es ſterben die Thiere, und es verlöſchen die Lichter in ihr: ſie zeigt ſich überhaupt alsdann als ein Gas von eigner Art, welchem man den Namen des **phlogiſtiſirten** giebt, ſ. **Gas, phlogiſtiſirtes.**

Da dieſer phlogiſtiſirte Theil der gemeinen Luft weder zum Athmen, noch zur Verbrennung dienen kan, ſo muß in der Luft der Atmoſphäre allerdings noch ein Theil ſeyn, der ſie reſpirabel und zur Unterhaltung des Feuers fähig macht. Dieſen ihren Beſtandtheil nennt man **dephlogiſtiſirte** oder **reine Luft**, ſ. **Gas, dephlogiſtiſirtes.** Da dieſe reine Luft, welche man auch durch die Kunſt hervorbringen kan, bey den phlogiſtiſchen Proceſſen in eine der atmoſphäriſchen ähnliche Luftgattung übergeht, und endlich ein wahres phlogiſtiſirtes Gas zurückläßt, ſo kan man ſie mit allem Rechte als einen Grundbeſtandtheil der atmoſphäriſchen Luft, als die eigentliche und wahre **reſpirable Luft** anſehen.

Läßt man unter einer Glocke, die in einer Schale mit Waſſer ſteht, eine Kerze bis zum Verlöſchen ausbrennen, ſo findet man nach dem Verſuche die Luft in der Glocke **vermindert** (das Waſſer nemlich tritt in der Glocke viel höher herauf, als es vorher ſtand); es muß daher ein Theil der Luft vom Waſſer verſchluckt worden ſeyn. Hat das Waſſer viel davon in ſich genommen, ſo zeigt es Merkmale einer Säure; es färbt z. B. blaue Pflanzenſäfte roth. Nimmt man ſtatt des reinen Waſſers Kalkwaſſer, ſo ſchlägt ſich der Kalk daraus nieder. Alles dies ſind Kennzeichen, daß der vom Waſſer eingeſogne Theil **fixe Luft** oder **Luftſäure** (ſ. **Gas, mephitiſches**) geweſen ſey. Ob es gleich ſchwer iſt, gewiß zu entſcheiden, woher dieſe fixe Luft komme, ſo ſcheint doch **Prieſtley** (Exp. and Obſ. Vol. I. p. 136.) dargethan zu haben, daß ſie wenigſtens nicht durch bloße Erhitzung des brennbaren Körpers, ohne wirkliche Verbrennung, entſtehe, weil Kohlen in brennbarer, ſalpeterartiger oder phlogiſtiſirter Luft, wenn er den Brennpunkt einer Glaslinſe darauf richtete, keine fixe Luft gaben. Er

ſieht keinen Grund, warum ſich bey einem ſolchen Grade der Erhitzung keine erzeugen ſollte, wenn ſie überhaupt aus dem brennenden Körper käme, und ſchließt daher, ſie komme vielmehr aus der gemeinen Luft, welche allezeit einigen Antheil von fixer Luft in ſich enthalte. Dieſen Satz beſtätigt auch die Bemerkung, daß ätzende Laugenſalze und gebrannter Kalk auch an der atmoſphäriſchen Luft wieder mild werden, daher man jetzt nicht mehr daran zweifelt, daß in der atmoſphäriſchen Luft auch ein Theil **Luftſäure** enthalten ſey. Ob aber derſelbe zu ihrem Weſen gehöre, oder nur zufällig durch die häufigen Entwickelungen fixer Luft aus den Erdkörpern in die Atmoſphäre komme, läßt ſich ſo gewiß noch nicht entſcheiden.

Man kan alſo den luftigen Grundſtof der Atmoſphäre als ein Gemiſch von dephlogiſtiſirter, phlogiſtiſirter und fixer Luft anſehen. Nach den **Scheeliſchen** und **Bergmanniſchen** Verſuchen beträgt der gewöhnliche Antheil an reiner Luft ohngefähr $\frac{1}{4}$, an phlogiſtiſirter $\frac{5}{8}$, und an fixer $\frac{1}{16}$. Dies alles kan uns wenigſtens überzeugen, daß die gemeine Luft noch ein ſehr zuſammengeſetzter Stof ſey.

Außer dem Athmen der Thiere und der Verbrennung verderben auch die Calcination der Metalle, die Fäulniß, die Wirkung des Schwefels, des Kalks mit Waſſer, Salmiak, oder Säuren, des Eiſens und Kupfers mit flüchtigem Alkali, des Bleys mit Weineſſig u. ſ. w. die gemeine Luft, und dieſe Verderbung iſt jederzeit mit einer **Verminderung des Volumens** verbunden. Man kan es zur Regel annehmen, daß Luft, die durch irgend ein Verfahren vermindert worden iſt, nicht mehr ſo rein, als vorher ſey, und daß man eine beſtimmte Quantität Luft, die ſich durch die genannten Proceſſe nicht weiter vermindern läßt, für untüchtig zum Athmen und zur Verbrennung halten müſſe.

Boyle und die übrigen Naturforſcher des vorigen Jahrhunderts, welche dieſe Verminderung ſchon kannten, ſahen dieſelbe blos für die Folge einer geſchwächten Elaſticität der Luft an, welche alsdann durch den gewöhnlichen Druck der Atmoſphäre in einen engern Raum zuſammengepreßt werde. Da aber die zurückbleibende Luft den Verſuchen zu

Folge nicht ſpecifiſch ſchwerer, vielmehr leichter, als die gemeine gefunden wird, ſo kan man dieſe Urſache nicht annehmen. **Prieſtley** behauptete daher zuerſt, es werde durch die Verbindung mit dem Brennbaren die fixe Luft, welche den ſchwerſten Theil der gemeinen ausmacht, aus der letztern niedergeſchlagen. In der Folge aber, da er bemerkte, daß ähnliche Verminderungen auch bey ſolchen Luftgattungen erfolgten, welche nicht den geringſten Antheil von fixer Luft in ſich hielten, nahm er dieſe Verminderung für eine wirkliche Zuſammenziehung des Volumens an, deren Art und Weiſe er zu erklären unvermögend ſey (Exp. and Obſ. Vol. I. p. 267.).

Auch der **elektriſche Funken** ſoll die Luft phlogiſtiſiren, wenn man ihn zu wiederholtenmalen in eine Menge derſelben ſchlagen läßt. **Prieſtley** gebrauchte dazu eine Glasröhre, an deren Ende ein Drath angeküttet war, welcher als Axe ein wenig in die Röhre hineingieng, und am äußern Ende einen Knopf hatte. Er ſteckte das ofne Ende der Röhre in Lakmustinctur und brachte den Knopf gegen den Conductor einer Elektriſirmaſchine, ſo daß der Funken aus dem innern Ende des Draths durch die Luft in die Tinctur ſchlug. Er fand, daß durch wiederholte Funken binnen zwo Minuten die Luft vermindert und der obere Theil der Lakmustinctur roth gefärbt ward. **Fontana** zeigte durch Verſuche, welche **Cavallo** (Ueber die Natur und Eigenſch. der Luft, S. 391.) anführt, daß der Drath oder der Kütt das Phlogiſton hergebe, weil das Phänomen ausſenbleibt, wenn man Silberdrath ohne Kütt in die Glasröhre einſchleift. Hiedurch wurden wenigſtens **Prieſtleys** Schlüſſe, daß der elektriſche Funken ſelbſt Phlogiſton enthalte, ſehr zweifelhaft. Nach den neuſten Verſuchen von **Cavendiſh** aber kömmt die Röthung von einer dabey erzeugten Salpeterſäure her, ſ. **Gas, phlogiſtiſirtes**.

Die gemeine Luft verbindet ſich ſehr leicht mit dem **Waſſer**. Sie hält nicht allein Waſſer in ſich aufgelöſet, ſ. **Dünſte**, ſondern es iſt auch in jedem Waſſer eine beträchtliche Menge Luft enthalten, welche unter der Luftpumpe, oder durchs Kochen, in Form von Blaſen herausgeht. Das

deſtillirte oder gekochte Waſſer nimmt dagegen wiederum einen Theil der Luft, welcher man es ausſetzt, ohne eine merkliche Vergrößerung ſeines Volumens in ſich. Es abſorbirt, nach Scheele (Von Luft und Feuer, S. 164.), vorzüglich den reinern Theil der Luft; daher man auch durch ein zweytes Kochen eine ſehr reine oder dephlogiſtiſirte Luft aus dem Waſſer erhalten kan; obgleich durch das erſte Kochen des natürlichen Fluß- oder Brunnenwaſſers keine beſonders reine Luft erhalten wird. Dämpfe des Waſſers aber, ſo wie auch der Dampf und Rauch verſchiedener andern Subſtanzen machen die Luft zum Athmen untüchtig.

Durch bloße Berührung mit gemeinem, nicht gekochtem, Waſſer wird die Beſchaffenheit der Luft nicht verändert. Durch **Schütteln im Waſſer** hingegen wird gute Luft verſchlimmert, phlogiſtiſirte aber verbeſſert, woraus man ſchließen kan, daß Waſſer und Luft beyde mit dem Phlogiſton in Verwandſchaft ſtehen. Es entwickelt ſich bey dieſem Schütteln bisweilen auch Luft aus dem Waſſer, wodurch beſonders im Anfange der Operation, das Volumen der Luft zuzunehmen ſcheint, wie **Fontana** (Philoſ. Trans. Vol. LXIX. p. 443.) bemerkt hat. Wenn aber ſchädliche Luft durch Schütteln im Waſſer verbeſſert werden ſoll, ſo muß das dazu gebrauchte Waſſer der freyen Luft ausgeſetzt ſeyn, damit es den faulen phlogiſtiſchen Stoff in die Atmoſphäre überführen könne. Daß dieſes wirklich geſchehe, zeigt der unangenehme Geruch, den man bisweilen bey einer ſolchen Operation verſpüret.

Da die Maſſe der atmoſphäriſchen Luft unaufhörlich durch das Athmen der Menſchen und Thiere, durch das Brennen ſo vieler natürlichen und künſtlichen Feuer, durch die Fäulniß und Auflöſung unzählbarer Subſtanzen und durch viele andere phlogiſtiſche Proceſſe verdorben wird, ſo würde ſie endlich ganz zu ihrer Beſtimmung untüchtig werden, wenn nicht die Natur für eben ſo wirkſame Mittel zu ihrer Wiederherſtellung und Verbeſſerung geſorgt hätte. Unter die kräftigſten dieſer Mittel gehört vorzüglich die **Vegetation** oder das Wachsthum der Pflanzen. Dieſe in der That wichtige Entdeckung machte **Prieſtley** (Exp.

and Obſ. Vol. I. P. I. Sect. 4.), nachdem er ſich lange mit vergeblichen Verſuchen über die Verbeſſerung verdorbner Luft beſchäftigt hatte. Er fand, daß die durch das Athmen der in ihr geſtorbnen Thiere vollkommen tödtlich gewordene Luft durch die Vegetation der Pflanzen ſo gut wieder hergeſtellt ward, daß nach Verlauf einiger Tage ein Thier in ihr wieder eben ſo gut und ſo lange lebte, als in einer gleichen Menge gemeiner Luft. Er bediente ſich bey dieſen Verſuchen vornehmlich der **Münze** (Menta piperitis, Linn.), und ſetzte im Auguſt des Jahres 1771 einen Stengel von dieſer Pflanze in Luft, in welcher er Mäuſe hatte athmen und ſterben laſſen. Acht oder neun Tage darauf war dieſe Luft wiederum völlig reſpirabel geworden, und eine Maus befand ſich wohl in derſelben, dagegen eine andere in dem zurückbehaltenen Reſte jener verdorbnen Luft augenblicklich ſtarb.

Zwar wollten dieſe Verſuche einigen andern Naturforſchern nicht gelingen, und ſelbſt **Prieſtley** fand im Jahre 1778 bey Wiederholung derſelben mit einer Menge anderer Pflanzen (Exp. and Obſ. Vol. IV. p. 302.) ihr Reſultat zweifelhaft. Allein die im Jahre 1779 bekannt gewordenen Verſuche des **D. Ingenhouß** (Exp. upon vegetables London, 1779. 8. Verſuche mit Pflanzen, wodurch entdeckt worden, daß ſie die Kraft beſitzen, die atmoſphäriſche Luft beym Sonnenſchein zu reinigen, des Nachts aber zu verſchlimmern, Leipzig 1780. 8.) klärten einen großen Theil dieſer Misverſtändniſſe auf. Dieſer Gelehrte bemerkte, 1) daß die meiſten Pflanzen die Kraft haben, ſchlechte Luft in wenigen Stunden zu verbeſſern, wenn ſie dem Sonnenlichte ausgeſetzt werden, daß ſie hingegen in der Nacht oder im Schatten die gemeine Luft verderben, 2) daß die Pflanzen aus ihrer eignen Subſtanz am Sonnenlichte eine reine dephlogiſtiſirte Luft, in der Nacht aber oder im Schatten eine ſehr unreine Luft geben, 3) daß nicht alle Theile der Pflanzen, ſondern nur die grünen Stengel und Blätter, beſonders durch ihre untere Seite, dieſe Wirkung thun, 4) daß die Entwicklung der dephlogiſtiſirten Luft erſt einige Stunden nach Erſcheinung der Sonne über dem Horizonte anfange, und mit Ende des Tages aufhöre, und

daß der Schaden, den die Pflanzen bey Nacht thun, durch den Vortheil, den ſie den Tag über bringen, bey weitem überwogen werde, weil die ſchädliche Luft aus einer Pflanze die ganze Nacht über kaum $\frac{1}{100}$ von der dephlogiſtiſirten Luft beträgt, die an einem heitern Tage in zwo Stunden aus ihr hervorkömmt. **Senebier** in Genf (Mémoires phyſico-chymiques ſur l'influence de la lumière ſolaire pour modifier les êtres des trois regnes de la nature. à Geneve 1782. III. To. 8. Recherches ſur l'influence de la lumière ſolaire pour metamorphoſer l'air fixe en air pur par la vegetation, ebend. 1783. 8.) hat zu behaupten geſucht, daß die Pflanzen in der Nacht gar keine Luft gäben, worauf **Ingenhouß** (Vermiſchte Schriften, durch **Molitor**, Wien, 1784. gr. 8. II. B. Num. 8.) geantwortet, und die Richtigkit ſeiner Verſuche beſtätiget hat. Die reinſte Luft erhielt er aus einigen Waſſerpflanzen und dem grünen Schlamm in einem ſteinernen Troge. ſ. **Gas, dephlogiſtiſirtes.**

So wirkt die Vegetation der Pflanzen dem Athemholen, der Verbrennung, Fäulniß u. ſ. w. unaufhörlich entgegen, und erhält dadurch die Atmoſphäre ſtets in dem nöthigen mittlern Zuſtande der Reinigkeit. Wenn im Winter die Kälte das Wachsthum der Pflanzen hindert, ſo hemmt ſie zugleich auch den Fortgang der Fäulniß. In ſumpfigen Gegenden wachſen gerade ſolche Pflanzen, welche die Luft am ſtärkſten reinigen. Die dephlogiſtiſirte Luft iſt ſchwerer, als die phlogiſtiſirte, daher ſie ſich, ſobald ſie aus den Blättern kömmt, niederwärts ſenket. So weiſe und wohlthätige Anſtalten hat der Schöpfer zu Erhaltung der nöthigen Reinigkeit des Luftkreiſes getroffen.

Da überdies die durch Reſpiration und Fäulniß verdorbene Luft durch **Schütteln im Waſſer** verbeſſert wird, ſo können noch außerdem die Bewegungen des Meeres und der Flüſſe, vornehmlich aber das Herabfallen des Regens und Thaues zur Reinigung der Atmoſphäre beytragen.

Von dem Grade der Reinigkeit oder Heilſamkeit der Luft an verſchiedenen Orten der Erde, und dem Werkzeuge, wodurch man denſelben zu beſtimmen ſucht, finden ſich

Nachrichten bey dem Worte: **Eudiometer.** Im Ganzen genommen findet man die Luft an verſchiedenen Orten der Erde durch das Eudiometer gar nicht ſehr verſchieden, diejenigen Orte ausgenommen, wo augenſcheinlich viel phlogiſtiſche Materien aufſteigen, wie z. B. in der Nachbarſchaft fauler Sümpfe. Dennoch bemerkt man in der Heilſamkeit der Luft beträchtliche Unterſchiede in Gegenden, in welchen das Eudiometer faſt einerley Reinigkeit anzeigt, obgleich die Geſundheit der Einwohner offenbar das Gegentheil beweiſet. Es kan alſo die Probe durch das Eudiometer keinesweges für ein ſicheres Mittel zu Beſtimmung der Geſundheit der Luft gehalten werden.

Man hat ſchon vor alten Zeiten auf Mittel gedacht, verdorbene Luft durch die Kunſt zu verbeſſern. Nach **Boyle** (Exp. phyſico-mech. de elaſticitate et gravitate aëris, Exp. 41.) ſoll **Cornelius Drebbel** einen chymiſchen Liquor erfunden haben, deſſen Dämpfe der durchs Athmen verdorbnen Luft die verlohrnen Lebensgeiſter (principium vitale) wieder ertheilen. Boyle ſagt ſogar, es ſey ihm bekannt worden, was dies für ein Liquor geweſen ſey. Da die Verderbung der Luft nicht von der Entziehung des Lebensgeiſts, ſondern von der Entziehung des reinern Theils durch die Verbindung mit Phlogiſton herrührt, das man nicht ſo leicht, und am wenigſten durch Dämpfe eines Liquors von der Luft trennen kan, ſo iſt die ganze Sache wahrſcheinlich ein fabelhaftes Vorgeben geweſen.

Das einzige bisher bekannte Mittel, die ſchlechte Luft aus Orten, wo ſie häufig und unvermeidlich erzeugt wird, hinwegzubringen, iſt der **Luftzug**, den man aber nicht unter die hier geſuchten Methoden zählen kan, weil er die Luft nicht verbeſſert, ſondern wegführt und reinere an ihre Stelle bringt.

D. **Hales** fand, daß er eine Menge Luft länger athmen konnte, wenn er ſie während des Einathmens durch zuſammengefaltete in Weineſſig, Salzwaſſer oder Weinſteinöl getauchte Lappen gehen ließ. Die Urſache liegt wohl darinn, weil bey der Reſpiration fixe Luft erzeugt wird, welche der Weineſſig ꝛc. einſchluckt. Das Kalkwaſſer wür-

de eben dieſes thun. Es iſt aber auch dies keine eigentliche Verbeſſerung verdorbner Luft.

Endlich hat Herr **Achard** (Ueber die Dephlogiſtiſirung der phlogiſtiſchen Luft, in ſ. Samml. phyſikal. und chym. Abhdl. I. Band, Berlin, 1784. 8.) gefunden, daß phlogiſtiſirte Luft ungemein verbeſſert wird, wenn man ſie durch geſchmolzenen Salpeter gehen läßt. Es iſt dies ohne Zweifel eine Wirkung der dephlogiſtiſirten Luft, welche ſich aus dem, dem Feuer ausgeſetzten, Salpeter häufig entbindet, ſ. **Gas, dephlogiſtiſirtes.**

Man kennt auch keine Methode, ein der gemeinen Luft vollkommen gleiches elaſtiſches Fluidum durch die Kunſt hervorzubringen, obgleich bey den künſtlichen Erzeugungen anderer Luftarten oft etwas gemeine Luft zugleich mit entwickelt wird. So führt z. B. die fixe Luft allezeit etwas gemeine Luft bey ſich, welche man durch Schütteln im Waſſer von ihr trennen kan, wobey nach und nach die fixe Luft verſchluckt wird, und die gemeine allein im Gefäße zurückbleibt.

Im übrigen ſehe man die Artikel: **Luft, Luftkreis, Gas, dephlogiſtiſirtes, Gas, phlogiſtiſirtes.**

Gas, brennbares, entzündbare, entzündliche Luft, brennbare Luft, inflammable Luft, brennende Luft (Scheele), **Brennluft** (Ingenhouß), Gas inflammabile, Aer inflammabilis, Mephitis inflammabilis, Gas carbonum, Gas pingue (*Helmont*), *Gas inflammable, Air inflammable.* Eine mephitiſche und mit dem Waſſer nicht miſchbare Gasart, welche mit einer Flamme brennt, und mit atmoſphäriſcher oder dephlogiſtiſirter Luft vermiſcht, ſich mit Exploſion entzündet.

Schon längſt kannte man Dämpfe metalliſcher Auflöſungen, die bey Annäherung eines brennenden Lichts Feuer fangen, und entzündliche **Schwaden** gewiſſer Höhlen, Mineralwaſſer und Bergwerke, welche ſich mit einem fürchterlichen Knalle an den Grubenlichtern der Bergleute entzünden (**Feuerſchwaden**, *feu briſon*, engl. Fire-damp). Auch die durch den natürlichen Gang der Verdauung im

menſchlichen Körper erzeugte brennbare Luft kannte **Van Helmont.** „Stercoreus flatus, transmiſſus per flammam „candelae, transvolando accenditur, ac flammam diver„ſicolorem iridis inſtar exprimit.“ (De flatibus Sect. 49.) **Hales** (Vegetable Statiks Exp. 57.) entwickelte entzündliche Materie aus Erbſen, Wachs, Auſterſchalen und Bernſtein. Im Jahre 1764 wurde **Franklin**, als er durch Newjerſey reiſete, erzählt, daß ſich die Luft über verſchiedenen ſtehenden Waſſern daſelbſt mit dem Lichte anzünden laſſe; es ward auch 1765 an D. **Chandler** in London geſchrieben, daß ſich dieſes Phänomen in einem gewiſſen Mühlteiche in Newjerſey zeige, und die Entdeckung von ohngefähr durch des Müllers Leute gemacht worden ſey. (ſ. **Prieſtley** Verſ. und Beob. I. Band, Anhang, Num. 6.) Unterdeſſen hatte **Cavendiſh** (Exp. on factitious air, in Philoſ. Tr. Vol. LVI. Experimente mit erkünſtelter Luft, im N. Hamburg. Magazin B. XII. S. 387.) noch mehrere Verſuche mit brennbarer Luft aus Eiſen, Zink und Zinn angeſtellt, auch die ſpecifiſche Schwere dieſer Gasart beſtimmt, ſo daß D. **Prieſtley** ſchon genug vor ſich fand, um bey ſeiner weitläuftigen Bearbeitung der Luftgattungen auch die brennbaren Gasarten zu einem vorzüglichen Gegenſtande ſeiner Aufmerkſamkeit zu wählen. (Man ſ. ſeine Verſ. und Beobacht. I. Band. 3 Abſchnitt.)

Die brennbare Luft kann aus allen entzündbaren oder ſonſt Brennbares enthaltenden Subſtanzen, ſelbſt aus den Metallen, durch Hitze, Gährung, Säuren u. ſ. f. auf unendlich verſchiedene Arten erhalten werden. Alle dieſe Luftgattungen aber gehen in ihren Eigenſchaften von einander ab, und haben vielleicht nichts als die Entzündbarkeit und die geringe ſpecifiſche Schwere gemein; auch müſſen Gemiſche aus gemeiner Luft und entzündlichen Dämpfen, wie z. B. Luft, worinn Aether verdünſtet iſt, von den eigentlichen brennbaren Gasarten genau unterſchieden werden. Dieſe letztern ſelbſt aber ſind ſowohl nach den Subſtanzen, aus welchen ſie kommen, als nach den Arten ihrer Entwickelung verſchieden, und behalten Merkmale des dabey gebrauchten Verfahrens; daher es, wie **Herbert** (De aëre, fluidisque

ad aeris genus pert. Prop. 25. p. 123.) ſchon erwieſen hat, mehr als eine Gattung brennbarer Luft giebt.

Die gewöhnlichſte Methode, ſie zu erhalten, iſt, daß man Metalle, vorzüglich Eiſen oder Zink, in Vitriol- oder Salzſäure (nicht in Salpeterſäure, welche eine andere Luftgattung giebt, ſ. **Gas, ſalpeterartiges**) auflöſet. Man ſchütte in die zum pnevmatiſch-chymiſchen Apparat gehörige Flaſche FG (Taf. X. Fig. 35.) Eiſenſpäne oder grob gekörnten Zink, daß etwa der vierte oder fünfte Theil derſelben davon angefüllt wird, gieße ſo viel Waſſer darauf, daß es davon gerade bedeckt iſt, und thue etwas Vitriolöl hinzu, welches nicht mehr als etwa den dritten oder vierten Theil des Waſſers austragen darf. Sodann verſtopfe man die Flaſche mit dem Stöpſel D, durch welchen die wie ein S gebogne Glasröhre DAB hindurchgeht, und bringe das Ende dieſer Röhre unter die mit Waſſer gefüllte Glocke K, die in einem Becken mit Waſſer umgeſtürzt iſt. Die Miſchung bey G wird ſogleich aufbrauſen, und brennbare Luft geben, welche durch die Röhre DAB aufſteigt, in Blaſen durch das Waſſer der Glocke hindurch geht, und ſich oben bey K ſammelt, ſ. **Pnevmatiſch-chymiſcher Apparat.**

Es wird aber auch brennbare Luft aus den Metallen durch Säuren aller Art, nur die Salpeterſäure und Arſenikſäure ausgenommen, entwickelt. Ferner kan man ſie nach **de Laſſone** Verſuchen durch Auflöſung des Zinks im mineraliſchen und flüchtigen Laugenſalze erhalten. Aus den Steinkohlen und Oelen wird ſie durch das Feuer, das aber ſtets ſehr jähe angewendet werden muß, unmittelbar entbunden, ſo daß ſie aus heftig glühenden Steinkohlen von ſelbſt aufſteigt. **Prieſtley** erhielt entzündbare Luft aus ſehr reiner Eiſenfeile, die er in einem Gefäße mit Queckſilber dem Brennpunkte einer Glaslinſe ausſetzte. Durch den elektriſchen Funken wurde aus verſchiednen entzündlichen Subſtanzen, vorzüglich aus Oelen, Salmiakgeiſt, und Vitriolnaphtha brennbare Luft entbunden. Der Vitrioläther verwandelt ſich von ſelbſt in einen brennbaren luftförmigen Dunſt, der aber wohl eigentlich keine Gasart iſt. Der Weingeiſt giebt brennbare Luft, wenn ſeine Dämpfe durch

ein glühendes Rohr, und das Waſſer, wenn deſſen Dämpfe durch ein eiſernes glühendes Rohr gehen. **Halle** (Natürl. Magie, Berlin, 1784. 8.) erhielt aus einer Hand voll Gartenbohnen in einer Retorte über dem Feuer eine Menge brennbarer Luft. Eben ſo kan man ſie auch aus den Erdäpfeln und andern vegetabiliſchen Nahrungsmitteln erhalten.

Von Natur findet man die brennbare Luft in allen drey Reichen. In den Schächten, unterirdiſchen Höhlen, und vorzüglich in den Steinkohlengruben iſt ſie unter dem Namen des **Feuerſchwadens** bekannt; in den Gedärmen der Thiere entwickelt ſie ſich häufig; ſie findet ſich auch in den Cloaken und heimlichen Gemächern (*Laborie, Cadet et Parmentier* Obſerv. ſur les foſſes d'aiſance. Paris, 1778.), Begräbnißorten (*Dobſon* Medical Comment. on fixed air, p. 77.) und an Plätzen, wo todtes Vieh fault. Der weiße **Diptam** (Dictamnus Fraxinella) giebt, wenn er blühet, ſo viel brennbares Gas, daß die Atmoſphäre um ihn Feuer fängt.

In den Sümpfen, Pfützen und ſtehenden Waſſern, wo viele Pflanzen, Schilf u. dgl. modern, trifft man in dem Schlamme des Grundes brennbare Luft an, welche den beſondern Namen der **Sumpfluft** (Gas paluſtre, Aer paludum, *Gas inflammable des marais*) erhält. Hierauf hat **Volta** (Lettere ſull' aria inflammabile nativa delle paludi. Como, 1776. 8. **Alt. Volta** Briefe über die entzündliche Luft, die aus den Sümpfen entſteht, Zürich, 1778. 8.) beſonders aufmerkſam gemacht, und gezeigt, wie man dieſe Luft durch Auflockerung des Grundes an ſumpfigen Orten in Menge erhalten und aufſammeln könne. Man darf nur eine mit Waſſer gefüllte Flaſche in dem Waſſer des Sumpfes umkehren, einen Trichter in die Mündung bringen, und auf dem Grunde mit einem ſpitzigen Stocke rühren, ſo ſteigt die Sumpfluft in Blaſen auf, die ſich im Trichter fangen, und ſo in die Flaſche geleitet werden. Eine noch bequemere Vorrichtung mit einer an einen Stock gebundnen Blaſe beſchreibt **Ingenhouß** (Vermiſchte Schriften ꝛc. Wien 1784. gr. 8. I. B. Num. 11. S. 300.).

Jedes brennbare Gas hat einen ſtarken durchdringenden Geruch, der aber bey jeder Art verſchieden iſt, und nach **Prieſtley** vornehmlich davon abhängt, ob die Subſtanz, aus der die Luft entbunden worden, zum Mineral- Thier- oder Pflanzenreiche gehört. Auch iſt das brennbare Gas den Thieren tödtlich, und löſcht ein Licht aus, ob es gleich an ſich ſelbſt entzündlich iſt.

Die **Entzündbarkeit** dieſer Luftart iſt ein ſehr auffallendes Phänomen; denn eine unſichtbare Materie Feuer fangen und mit einer lebhaften Farbe brennen zu ſehen, muß wohl Jeden in Verwunderung ſetzen. Es kan ſich aber dieſe Luft, gleich andern brennbaren Materien, nicht entzünden, wenn ſie nicht mit gemeiner oder dephlogiſtiſirter in Berührung ſteht. Wenn man z. B. eine Flaſche mit brennbarer Luft öfnet, und ſogleich eine Lichtflamme daran bringt, ſo macht ſie zwar eine ſchwache Exploſion, weil ſchon ihre Oberfläche mit gemeiner Luft vermiſcht iſt; nimmt man aber hernach das Licht weg, ſo brennt ſie ruhig im Halſe der Flaſche fort, weil dies der einzige Ort iſt, an welchem ſie die gemeine Luft berührt. Bläſet man alsdann auf die eine Seite der Oefnung, ſo ſteigt die Flamme ein wenig über den Hals der Flaſche hervor; bisweilen ſcheint ſie auch an den Seiten herabzulaufen. Von dem brennenden Gas ſondert ſich ein Dampf ab, der in die Flaſche hineingeht, woraus erhellet, daß ſich beym Brennen etwas Wäſſerichtes abſondere. Die Flamme der aus Metallen entbundnen brennbaren Luft hat eine grünlich weiße Farbe; mitten in derſelben aber zeigen ſich lebhafte rothe Funken, die nach allen Richtungen ſchießen. Die Flamme der aus vegetabiliſchen und thieriſchen Subſtanzen entbundnen iſt ſchwächer und zeigt nie Funken (*Fontana* in Phil. Tr. Vol. LXIX. p. 359.). Durch Vermiſchung mit nitröſer Luft wird die Flamme grün, mit fixer blau. Wenn man durch eine enge Oefnung einen Strom brennbarer Luft herausdrückt, und durch den elektriſchen Funken entzündet, ſo bildet ſich ein ununterbrochner langer **Feuerſtrom**. Man muß aber keine ſpitzige Röhre zu dieſem Verſuche nehmen, weil der elektriſche Funke nicht auf Spitzen ſchlägt; man muß vielmehr

eine Kugel mit kleinen Löchern durchbohrt gebrauchen (*Chauſſier* im Journal de phyſ. Oct. 1777.).

Iſt aber die brennbare Luft mit reſpirabler vermiſcht, ſo **explodirt** ſie bey Annäherung einer Flamme mit einem heftigen Knalle, und es entzündet ſich das ganze Gemiſch auf einmal, wenn ihm auch gleich die Verbindung mit der äußern Luft abgeſchnitten iſt. Zwey Theile gemeiner und ein Theil brennbarer Luft geben nach **Prieſtley** und **Lavoiſier** die ſtärkſte Exploſion. Noch weit ſtärker aber werden die Wirkungen, wenn man **dephlogiſtiſirte Luft**, ſtatt der gemeinen, nimmt, wobey man nur einen Theil derſelben auf zween Theile brennbarer Luft rechnen darf. Alsdann iſt der Knall 40—50mal ſtärker, als bey der gemeinen Luft, und die Exploſion übt in verſchloßnen Gefäßen eine große Gewalt aus. Man kan eine ſolche Miſchung von dephlogiſtiſirter und brennbarer Luft, eine Knallluft, in Flaſchen Jahre lang aufheben, ohne daß ſie etwas von ihrer Entzündbarkeit verliert. Die Flaſchen ſcheinen ganz leer zu ſeyn, man darf ſie aber nur öfnen und anzünden, um eine dem Unerfahrnen ganz unbegreifliche Platzung zu erregen.

Durch das Abbrennen ſolcher Miſchungen in verſchloßnen Gefäßen wird das Volumen der eingeſchloßnen Materie beträchtlich vermindert, und der Ueberreſt iſt theils phlogiſtiſirte Luft, theils wird nach den Verſuchen der Herren **Cavendiſh, Watt, Lavoiſier** und **de la Place** (**Crells** chem. Annalen, Jahr 1785. B. I. S. 47. 304. 499.) eine Quantität Waſſer erzeugt, die mit dem Gewichte der abgebrannten Luftarten beynahe übereinſtimmt. Hievon ſ. man die Art. **Gas, dephlogiſtiſirtes, Waſſer.**

Es iſt merkwürdig, daß die brennbare Luft mit den **Dämpfen der Salpeterſäure** vermiſcht, eben ſo, wie mit gemeiner Luft, explodiret. Füllt man eine in Salpeterſäure umgeſtürzte Glocke mit brennbarer Luft, ſo wird ihr Volumen durch die Dämpfe der Säure vermehrt, und die Miſchung explodirt; aber dieſe Fähigkeit iſt nicht dauerhaft; denn durch langes Stillſtehen oder beym Durchgange durch Waſſer trennen ſich die ſauren Dämpfe, und laſſen die brennbare Luft in ihrem vorigen Zuſtande zurück. Uebri-

gens iſt die erwähnte Miſchung ein Schießpulver in Luftgeſtalt, und ihre Explosion beruht mit der des Schießpulvers auf einerley Gründen, nemlich auf der Entwickelung dephlogiſtiſirter Luft aus den Salpeterdämpfen, wodurch die Verbrennung der brennbaren Luft befördert wird. ſ. **Schießpulver.**

Unter allen Gasarten iſt die brennbare Luft die **leichteſte,** ob ſich gleich bey ihrer ſpecifiſchen Schwere große Unterſchiede finden, je nachdem ſie aus andern Subſtanzen, auf andere Arten, und mit mehr oder weniger Reinigkeit, entbunden wird. **Cavendiſh** (Philoſ. Trans. Vol. LVII.) fand ſie zehnmal, **Fontana** funfzehnmal, **Sigaud de la Fond** ſechsmal leichter, als die gemeine Luft. Wegen dieſer Leichtigkeit tritt ſie allezeit in den oberſten Theil der Gefäße, und die Feuerſchwaden der Salz- und Steinkohlengruben fliegen der Decke oder dem Hängenden zu. Auf dieſe große Leichtigkeit der brennbaren Luft gründet ſich auch die Erfindung des Herrn **Charles,** dieſes Gas zu Erhebung der aeroſtatiſchen Maſchinen zu gebrauchen, ſ. **Aeroſtat. Ingenhouß** erhielt aus Vitriolöl und Weingeiſt (d. i. aus Vitrioläther) eine brennbare Luft (vielleicht nur einen **Dunſt**), welche etwas weniges ſchwerer, als die gemeine Luft war. Die Sumpfluft iſt zwar leichter, als die gemeine, aber weit ſchwerer als andere brennbare Gasarten.

Das brennbare Gas wird unter diejenigen gerechnet, die ſich nicht mit Waſſer miſchen. Dies iſt auch nach **Cavendiſh** und **Scheeles** Verſuchen für die meiſten Gattungen richtig. **Prieſtley** aber bemerkt (Exp. and Obſ. Vol. I. p. 59. ſq.), daß die aus vegetabiliſchen oder animaliſchen Subſtanzen gezogne brennbare Luft doch zum Theil vom Waſſer verſchluckt werde, weil ſie fixe Luft bey ſich habe. Auch überzieht ſich die Oberfläche des Waſſers, worüber brennbare Luft ſteht, mit einem dünnen Häutchen. Im dritten Bande der Verſuche und Beobachtungen beſtätigt **Prieſtley,** was er ſchon vorher angegeben hatte, daß deſtillirtes Waſſer von der brennbaren Luft $\frac{1}{14}$—$\frac{1}{13}$ ſeines Volumens in ſich nehme, und fügt hinzu, man könne dieſen Antheil durch Kochen wieder herausziehen, ohne ſeine Entzündbarkeit ge-

ſchwächt zu finden. **Fontana** und **Senebier** fanden, daß Waſſer in verſchloßnen Gefäßen nichts von der brennbaren Luft abſorbire, wohl aber, wenn es der freyen Luft ausgeſetzt ſey. (M. ſ. *de la Fond* Eſſai ſur differentes eſpeces de l'air. Paris 1779. 8. p. 259.) Durch Schütteln in Terpentinöl fand Prieſtley (Vol. III. p. 266.) das Volumen der brennbaren Luft vermehrt, aber ſie hatte einen großen Theil ihrer Entzündbarkeit und ihrer übrigen charakteriſtiſchen Eigenſchaften verlohren.

Die Pflanzen kommen in brennbarer Luft mehrentheils ſehr wohl fort; ſie ſelbſt aber wird von den Pflanzen, vornehmlich von Waſſerpflanzen, an freyer Luft und am Tage, mit der Zeit merklich verbeſſert, ob ſie gleich dabey noch ihre platzende Eigenſchaft behält. **Ingenhouß** ſieht ſie in dieſem Falle als eine eigne Gasart an, die man **platzendes Gas** (fulminating Gas) nennen könnte, und deren Entſtehung er zum Theil der aus den Pflanzen kommenden dephlogiſtiſirten Luft, theils, weil ſie ſich auch des Nachts erzeuget, einer beſondern Einwirkung der Lebenskraft der Pflanzen zuſchreibt.

Scheele hatte bey Gelegenheit ſeiner Einwürfe gegen die Prieſtleyiſche Theorie der Reſpiration (ſ. **Athmen**) behauptet, daß die brennbare Luft ſehr wohl reſpirabel ſey, und durchs Athmen ihre Entzündbarkeit verliere. Dies veranlaſſete Herrn **Fontana** (Philoſ. Tr. Vol. LXIX. Ueber das Einathmen der entzündbaren Luft, in den Sammlungen zur Phyſik und Naturg. II. Band, 4. St. S. 488. u. f.) die Unterſuchung durch eigne Erfahrung anzuſtellen. Er fand hiebey, daß Vermiſchung mit gemeiner Luft die brennbare wirklich reſpirabel macht, und daß dazu ſchon die Quantität gemeiner Luft hinreichend iſt, die in den Lungen eines Menſchen nach einem gewöhnlichen Ausathmen noch zurückbleibt. Er konnte auf dieſe Art einige Züge brennbare Luft athmen, und fühlte dabey ſogar eine beſondere Leichtigkeit; als er aber nach einem ſtarken und reinen Ausathmen brennbare Luft aus einem großen Gefäße einzog, ſank er beym dritten Athemzuge kraftlos auf die Kniee nieder. Auch ward durch die Reſpiration der Thiere, wel-

che in brennbarer Luft ſtarben, die Entzündbarkeit nicht vermindert, außer wenn die Portion der brennbaren Luft zu klein war, und ſie alſo mit allzu viel gemeiner Luft aus den Lungen der Thiere vermiſcht ward. Hiedurch ſind Scheeles Behauptungen völlig widerlegt, und zugleich die Veranlaſſungen ſeiner Täuſchung entdeckt worden.

Ueber die Natur und Beſtandtheile der brennbaren Luft ſind die Meynungen ſehr getheilt geweſen. **Prieſtley** erklärte ſie zuerſt für ein Gemiſch aus Phlogiſton und Säure. Als er aber durch fortgeſetzte Verſuche in den Jahren 1773 u. f. kein Zeichen einer Säure in ihr entdecken konnte, ſo nahm er an, ſie beſtehe aus einem feinen entwickelten Phlogiſton, mit einigen feinen erdichten Theilchen verbunden. Daß ſie Phlogiſton enthalte, iſt gewiß, und läßt ſich außer ihrer Entzündung und Verbrennung auch noch durch andere Verſuche erweiſen. **Macquer** und **Montigny** fanden, daß die brennbare Luft aus Eiſen und Vitriolöl den Silber- Queckſilber- und Bleyauflöſungen diejenige braune und ſchwarze Farbe ſehr geſchwind und leicht mittheile, welche den Anfang der Reduction anzeigt, und ein ſicheres Kennzeichen einer Mittheilung des Phlogiſtons iſt. **Prieſtley** (Exp. and Obſ. Vol. IV. Sect. 34.) ſetzte brennbare Luft in hermetiſch verſchloßnen Röhren von Flintglas einem heftigen Feuer aus. Die Röhren wurden dadurch an der innern Seite unauslöſchlich ſchwarz; dieſe Schwärze ward aber durch eingeſchüttete Mennige und ein zweytes Glühen wieder aufgehoben — ein Beweis, daß ſich anfänglich der im Flintglaſe enthaltene Bleykalk durch das Phlogiſton der brennbaren Luft reducirt und in den metalliſchen Zuſtand verſetzt hatte, hernach aber durch die Mennige ſeines Phlogiſtons wieder beraubt worden war. **Chauſſier** hat entdeckt, daß man in der brennbaren Luft keine Metalle verkalken, wohl aber Bley- Eiſen- und Queckſilberkalke, ohne einen weitern Zuſatz, wieder herſtellen könne (man ſ. *de la Fond* Eſſai ſur diff. eſp. de l'air, p. 282. ſqq.). Dies ſetzt wohl die Gegenwart des Phlogiſtons in dieſer Gasart außer Zweifel. Ob es aber darinn nach **Chauſſier** durch reine Luft, oder nach **Scheele** durch

Hitze, oder nach **Prieſtley** und **Keir** (Treatiſe on Gaſes, London, 1779. §. 134. p. 101.) durch erdige Theile gebunden ſey, iſt ſo leicht nicht zu entſcheiden.

Richard Kirwan (Exp. and Obſ. on the ſpecific gravities and attractive powers of various ſaline ſubſtances, London 1781. 4. Concluſion of the Exp. and Obſ. eb. 1783. 4. deutſch von **Crell**, Berlin und Stettin 1783. 8. Zweytes St. 1785. 8.) hat die brennbare Luft für das **Phlogiſton** ſelbſt, mithin für einen elementariſchen Stoff erklärt, wogegen ſich doch theils aus den Zerſetzungen dieſer Gasart, theils aus ihrer verſchiedenen Beſchaffenheit mancherley gegründete Einwendungen machen laſſen. **Senebier** (Recherches analytiques ſur la nature de l'air inflammable, Geneve 1784. 8. überſ. v. **Crell** mit Kirwans Anm. Leipz. 1785. 8.) behauptet gegen Kirwan, daß die brennbare Luft aus dem zu ihrer Entbindung gebrauchten Salze, Phlogiſton und Waſſer beſtehe. **Kirwan** aber zeigt in den Anmerkungen, daß der Antheil an Salze höchſt unbeträchtlich und blos zufällig ſey.

Uebrigens hat uns die genauere Kenntniß der brennbaren Luft zu einigen beſſern Erklärungen verſchiedener Naturbegebenheiten verholfen. Man ſ. hievon die Worte: **Flamme, Irrlicht, Sternſchnuppen, Feuerkugeln.** Oft findet ſich im Sommer in der Atmoſphäre eine übelriechende Materie verbreitet, welche am Geruch verſchiedenen Gattungen der brennbaren Luft ſehr nahe kömmt. Auch bey den Vulkanen und Erdbeben, die mit Feuerausbrüchen begleitet ſind, ſcheint ſich brennbare Luft einzumiſchen, und die entzündlichen unterirdiſchen Schwaden erklären ſich durch ſie mit großer Leichtigkeit.

Unter die vornehmſten Anwendungen dieſer Lehre gehört die Erfindung der mit brennbarer Luft gefüllten Luftbälle, ſ. **Aeroſtat.** Ein hiehergehöriges Spielwerk iſt die **aeroſtatiſche Pflanze,** da man ein Cylinderglas halb mit fixer und halb mit brennbarer Luft füllet, und einen kleinen aeroſtatiſchen Ball in Geſtalt einer Blume hineinbringt, welcher mitten im Gefäße, wo ſich beyde Gasarten ſcheiden, ſchweben bleibt, weil er ſchwerer als die obenſte-

hende brennbare, und leichter als die unten liegende fixe Luft, iſt. Von andern Anwendungen der brennbaren Luft wird man bey den Worten: **Lampe, elektriſche, Piſtole, elektriſche Nachrichten** finden.

Gas, dephlogiſtiſirtes, dephlogiſtiſirte Luft, brennſtoffleere Luft, reine Luft (Bergmann), **Feuerluft** (Scheele), **künſtliche reine Luft** (Keir), **Lebensluft** (Ingenhouß), **Empyrealluft,** Gas dephlogiſticatum, Aer dephlogiſticatus, Aer puriſſimus, Aer verus factitius, Aer vitalis, *Gas ou Air dephlogiſtique.* Derjenige Beſtandtheil der atmoſphäriſchen Luft, welcher dieſelbe zu Unterhaltung des Feuers und des Athemholens der Thiere einzig und allein geſchickt macht. Man kan ihn als einen eignen luftförmigen Stoff darſtellen, welcher alle Eigenſchaften der gemeinen Luft hat, aber das Athemholen und das Feuer weit mehr, als dieſe, befördert und weit länger unterhält.

Es finden ſich ſchon in den Werken einiger ältern Schriftſteller dunkle Ideen von einem reinern Beſtandtheile der gemeinen Luft; beſonders hat der **D. Mayow** (*Io. Mayow* Opera omnia medico-phyſica. Oxon. 1674. 8. Hag. Com. 1681. 8. Tract. I. De Sale Nitro et Spiritu Nitro-aëreo) ſchon einen feinſten Theil der Luft als zum Athmen tauglich erkannt; aber dieſe Begriffe ſind noch ſo undeutlich und hypothetiſch, daß die neuern Naturforſcher wohl wenig Licht dadurch haben erhalten können.

D. Prieſtley und **Scheele** ſind daher als die erſten anzuſehen, welchen man die Entdeckung dieſes reinen Theils der Luft zu danken hat. Jener hatte ſchon in dem 1774 herausgekommenen erſten Bande ſeiner Verſuche und Beobachtungen (p. 155., der deutſch. Ueberſ. S. 152.), einer bleibend elaſtiſchen Materie gedacht, welche reiner, als andere künſtliche Luftgattungen ſey. Aber erſt im 2ten Bande, welcher 1776 erſchien, findet ſich die zahlreiche Menge von Verſuchen, welche zu allen unſern Kenntniſſen von der dephlogiſtiſirten Luft den Grund gelegt haben. **Prieſtley** erhielt dieſe Luft zum Erſtenmale am 1. Aug. 1774. aus

trocknem der Wärme ausgeſetzten Salpeter, und bereitete ſich bald eine größere Menge davon, die zu verſchiedenen Verſuchen hinreichend war. Er ſahe ſie mit Recht als eine ſolche an, die wenig Phlogiſton enthielte, und nannte ſie daher **dephlogiſtiſirte Luft.** Faſt um eben dieſe Zeit hatte auch Scheele, damals noch zu Köping in Schweden, eben dieſe Luftgattung hervorgebracht, und ihr den Namen der **Empyreal**- oder **Feuerluft** gegeben. Er machte dieſe Entdeckung in ſeiner chymiſchen Abhandlung von Luft und Feuer bekannt, welche zum Erſtenmale zu Upſal und Leipzig im Jahre 1777 herauskam. Der Gang aber, den dieſe beyden Gelehrten bey ihren Verſuchen genommen haben, und ihre verſchiedenen Begriffe von der Sache ſelbſt, zeigen ſehr deutlich, daß hiebey Keiner etwas von dem Andern entlehnt habe.

Von Natur entwickelt hat man die dephlogiſtiſirte Luft bisher noch nirgends gefunden; man kennt aber verſchiedene Methoden, ſie zu entbinden und aufzuſammeln. Die vornehmſten ſind: Starke Erhitzung verſchiedener Mineralien, vornehmlich des Salpeters und Braunſteins; Erhitzung verſchiedener Subſtanzen, beſonders einiger metalliſchen Kalke; Erhitzung anderer metalliſchen Kalke und Erden nach vorhergegangener Anfeuchtung mit Salpeterſäure oder Vermiſchung mit Vitriolſäure; Ausſetzung des Brunnenwaſſers an die Sonnenſtralen; Kochen einiger Arten von Waſſer; Ausſetzung friſcher Blätter von Pflanzen an das Sonnenlicht.

Die beſte Methode, ſie zu erhalten, iſt die Erhitzung des **Braunſteins** (magneſia nigra, magneſia vitriariorum, magneſium *Bergm.*) oder des **Salpeters.** Es wird zu dem Ende in eine kleine irdene Retorte ein Pfund gepülverter Braunſtein geſchüttet, eine lange blecherne Röhre an die Mündung derſelben angeküttet, die Retorte in einem Wind- oder Reverberirofen ins freye Feuer gelegt, und die Oefnung der Röhre unter den Trichter im Brete der Wanne des pnevmatiſch-chymiſchen Apparats gebracht, indem auf dem Brete ſelbſt ein mit Waſſer gefülltes Gefäß umgeſtürzt iſt. Anfangs geht blos die atmoſphäriſche Luft

aus der Röhre und Retorte über; ſobald aber der Braunſtein glühet, entwickelt ſich dephlogiſtiſirte Luft. So kan man aus 16 Unzen Braunſtein 760 — 780 Cubikzolle dephlogiſtiſirte Luft erhalten. Eben ſo kan man mit dem Salpeter verfahren. **Scheele** (Von Luft und Feuer, §. 35.) nimmt eine gläſerne Retorte, und bindet ſtatt alles Apparats eine mit Waſſer angefeuchtete Blaſe vor, welches allerdings die wohlfeilſte Art iſt. Der Salpeter verliert durch dieſe Operation ſeine Säure gänzlich, und es bleibt in der Retorte blos der laugenartige Rückſtand, der die Baſis dieſes Salzes ausgemacht hatte. **Scheele** (a. a. O.) hat ſogar aus der bloßen Salpeterſäure, nemlich aus dem rauchenden Salpetergeiſte, ſeine Empyrealluft erhalten. Es ſchien alſo hiebey die Salpeterſäure ſelbſt in dephlogiſtiſirte Luft verwandelt zu werden; ſo wie man auch dephlogiſtiſirte Luft erhält, wenn man Salpeterdämpfe durch ein glühendes Pfeifenrohr gehen läßt.

Aus ſehr vielen Subſtanzen läßt ſich auch dephlogiſtiſirte Luft durch die Hitze entwickeln, wenn man ſie vorher mit Salpeterſäure angefeuchtet oder darinn aufgelöſet hat. Dahin gehören nach **Prieſtley** Mennige, Zinkblumen, Thon, Sedativſalz, Kieſelſteine, Eiſen und alle andere Metalle, wobey aber doch immer einige andere Gasarten mit zum Vorſchein kommen, beſonders wenn die gebrauchten Subſtanzen vom Phlogiſton nicht, ſo viel möglich, befreyt worden ſind. Enthalten ſie viel Phlogiſton, ſo geben ſie ſalpeterartige, haben ſie weniger davon, fixe, und ſind ſie in hohem Grade davon befreyt, dephlogiſtiſirte Luft; die beyden letztern Gattungen gehen insgemein mit einander über.

Die reinſte dephlogiſtiſirte Luft geben die Queckſilberniederſchläge, der **ohne Zuſatz bereitete Queckſilberkalk** (Mercurius praecipitatus per ſe), und der **rothe Queckſilberniederſchlag** (Praecipitatum rubrum), wovon zwar der letztere durch Salpeterſäure bereitet, der erſte aber gänzlich davon frey iſt. Beyde haben die Eigenſchaft, daß ſie ſich in verſchloßnen Gefäßen durch die Hitze von ſelbſt, und ohne Zuſatz von Phlogiſton, reduciren oder wiederum

in fließendes Queckſilber verwandeln; und da ſonſt bey der Reduction der Metallkalke, wenn man Phlogiſton zuſetzen muß, fixe Luft entbunden wird, ſo entwickelt ſich hier ſowohl durch die Hitze des Brennpunkts als des gewöhnlichen Feuers eine große Menge der reinſten Luft. **Prieſtley, Fontana, Bayen** und **Lavoiſier** haben hierüber die entſcheidendſten Verſuche angeſtellt. Man ſieht daraus nicht nur, daß die dephlogiſtiſirte Luft auch ohne Salpeterſäure entbunden werden könne, ſondern auch, daß die Vermehrung des Gewichts bey dieſen beyden Verkalkungen des Queckſilbers von der Einſaugung, nicht der fixen ſondern der reinſten dephlogiſtiſirten Luft herkomme, woraus man wahrſcheinlich ſchließen kan, daß es mit den Verkalkungen der übrigen Metalle eine gleiche Bewandniß habe, ſ. **Verkalkung**.

Aus den meiſten Subſtanzen, welche mit Salpeterſäure vermiſcht, reine Luft geben, z. B. der Mennige, kan man auch, theils durch die bloße Hitze, theils durch Vitriolſäure, dephlogiſtiſirte und fixe Luft zugleich erhalten. Mit der Kochſalzſäure konnte **Prieſtley** keine Entwicklung reiner Luft bewirken; nur einmal erhielt er etwas aus der Deſtillation einer Auflöſung von Mennige in Salzgeiſt (Exp. and Obſ. Vol. IV. p. 442.). Das größte Hinderniß bey dieſen Entbindungen machen die Gefäße, welche faſt allezeit bis zum Glühen und noch dazu plötzlich erhitzt werden müſſen, wobey dickere Gefäße zerſpringen, dünnere weich werden und ſchmelzen. Nimmt man Flintenläufe oder eiſerne Retorten, ſo geben dieſe Phlogiſton. Am beſten iſt es, die Gefäße in einen Schmelztiegel oder blechernen Umſchluß einzufaſſen, daß ſie beym Weichwerden wenigſtens nicht aus einander fallen.

Daß friſche Pflanzen dephlogiſtiſirte Luft geben, iſt ebenfalls von **Prieſtley** ſchon bemerkt worden. **D. Ingenhouß** aber (Verſuche mit Pflanzen ꝛc. Leipzig, 1780. 8.) beſtimmte dieſe Entdeckung genauer, und fand, daß friſche Pflanzen, wenn ſie in reinem Waſſer dem Sonnenlichte ausgeſetzt werden, vorzüglich aus ihren Blättern und aus der unterſten Fläche derſelben eine beträchtliche Menge

der reinſten Luft hergeben, welche ſich in Geſtalt kleiner Bläschen aus ihnen entwickelt, und an die Oberfläche der Blätter anſetzt. Die Einwirkung des Sonnenlichtes iſt hiebey eine nothwendige Bedingung, weil eben dieſe Pflanzen nach **Ingenhouß** bey Nacht oder im Schatten eine unreine und verdorbne Luft hervorbringen. Die Blätter und Stengel der Agave americana ſind hiezu beſonders bequem: man kan ſie ſogar in Stücken zerſchnitten noch zu dieſem Gebrauche benützen. Auch geben die ſaftigen Gewächſe und einige kryptogamiſche Pflanzen, beſonders der Flußwaſſerfaden (Conferva rivularis), die Tremella Noſtoch und die Prieſtleyiſche grüne Materie, die dephlogiſtiſirte Luft in vorzüglicher Menge (ſ. **Ingenhouß** über den Urſprung und die Natur der Prieſtleyiſchen grünen Materie, des Flußwaſſerfadens ꝛc. in ſ. Vermiſchten Schriften B. II. S. 127. u. f.). In einigen Pflanzen findet man dieſe Luft ſogar in eignen Behältniſſen abgeſondert, wie in den Fruchtbälgen der Coluthea arboreſcens und in den Blaſen des Fucus veſiculoſus.

Das bloße Brunnenwaſſer giebt, wenn es dem Sonnenlichte ausgeſetzt wird, mit der Zeit eine Menge dephlogiſtiſirter Luft. Da ſich aber dieſelbe nicht eher zu zeigen anfängt, als bis ſich die grüne Materie erzeugt hat, die insgemein den Boden und die Seiten der Baſſins mit Brunnenwaſſer bedeckt, den Namen der **prieſtleyiſchen grünen Materie** führt, und nach **Ingenhouß** mehr zum Thier- als zum Pflanzenreiche gehört, ſo iſt wohl die Entwickelung dieſer Luft mehr aus der gedachten Materie, als aus dem Waſſer ſelbſt, herzuleiten. Durch langes Stehen am Sonnenlichte wird alle im Waſſer befindliche Luft gereiniget, und endlich in dephlogiſtiſirte verwandelt, daher die ſtets von der Sonne beſchienenen Gewäſſer viel zur Verbeſſerung der Atmoſphäre beytragen können.

Die dephlogiſtiſirte Luft iſt zum Athmen der Thiere weit geſchickter, als die gemeine, und dieſe leben daher in ihr ſechs- bis ſiebenmal länger, als in der letztern. Sie iſt es eigentlich, die wir athmen und vermittelſt welcher wir leben, daher ihr auch Ingenhouß den Namen der **Lebens-**

luft (aer vitalis) beylegt. **Bergmann** (Anleitung zu chymiſchen Vorleſ. §. 292.) vermuthet ſogar, daß die Bewohner der neugeſchaffnen Erde durch das Athmen der damals noch reinen dephlogiſtiſirten Luft der Atmoſphäre ein ſo hohes Alter erreicht haben.

Sie befördert ferner die Verbrennung in einem ſehr hohen Grade. Eine Kerze brennt, ehe ſie auslöſcht, 6—7mal länger in ihr, als in der gemeinen Luft, und mit einer weit glänzendern und größern Flamme und Hitze. Wenn man eine Blaſe mit ihr anfüllt, an den Hals derſelben eine gläſerne Röhre bindet, deren Ende in eine feine Spitze ausgezogen iſt, und die Luft durch Drücken der Blaſe heraus gegen eine Lichtflamme treibt, ſo daß die Flamme dadurch in eine horizontale Richtung gebracht wird, ſo ſchmelzen kleine Metallſtückchen und ſogar Platinakörner, die man der Flamme auf einer Kohle entgegen hält, augenblicklich. Kampher und Phoſphorus brennen in dieſer Luft mit einem bewundernswürdigen Glanze, und glühende Kohlen werfen mit Kniſtern Funken umher. Glimmende Dachte, Papier, Zunder gerathen darinn ſogleich in Flammen. Ein feiner ſtählerner Drath, oder eine Uhrfeder, die man vorher an der Spitze glühend gemacht hat, ſchmelzt und verbrennt darinn mit vielem Funkenwerfen. Zu einigen hieher gehörigen ſchönen Verſuchen hat **D. Ingenhouß** (Vermiſchte Schriften, I. Band, S. 201. u. f. S. 365. u. f.) Anleitungen gegeben.

Mit brennbarer Luft vermiſcht, giebt dieſe Luftgattung eine ſehr ſtarke **Knallluft**, die ſich bey Annäherung eines brennenden Körpers oder durch den elektriſchen Funken entzündet, und mit einer heftigen Explosion abbrennt, ſ. **Gas, brennbares**. Durch das Abbrennen verwandelt ſich dieſe Knallluft größtentheils in Waſſer, wie die Verſuche von **Cavendiſh** (Verſuche über die Luft und das daraus erfolgende Waſſer, in **Crells** chym. Annalen, 1785. S. 324. u. f.), **Watt** (Gedanken über die Beſtandtheile des Waſſers und der dephlogiſtiſirten Luft, ebend. 1786. S. 23. u. f. Blagdens Brief, S. 58. ingl. S. 136. u. f.), und **Lavoiſier** (in Lichtenbergs Magazin, B. II. St. 4. S. 91. u. f.)

beweiſen. Der letztere bediente ſich eines Apparats, womit er in einem über Queckſilber geſtürzten Gefäße, dem die Gemeinſchaft mit der äußern Luft gänzlich abgeſchnitten war, eine Miſchung von 30 Pinten brennbarer, und 15 bis 18 Pinten dephlogiſtiſirter Luft verbrennen konnte. Sobald das Gemiſch entzündet ward, verdunkelten ſich ſogleich die Wände des Gefäßes, und überzogen ſich mit einer großen Menge kleiner Waſſertröpfchen, die nach und nach in größere zuſammenfloſſen, herabrannen und die Queckſilberfläche mit einer Lage von Waſſer bedeckten, welche am Gewichte beynahe eben ſo viel betrug, als die verbrannten Luftgattungen gewogen hatten. Dieſer Verſuch iſt für die Lehre von der Erzeugung des Waſſers ſowohl, als für die Theorie der Verbrennung ſehr wichtig, und leitet auf die Vermuthung, daß das Weſen der dephlogiſtiſirten Luft und des Waſſers in genauer Verbindung ſtehe.

Die reine Luft iſt ſchwerer, als die atmoſphäriſche, aber leichter, als fixe Luft. Das Verhältniß der eigenthümlichen Schweren dephlogiſtiſirter und gemeiner Luft iſt nach **Prieſtley** wie 187 : 165, nach **Fontana**, wie 160 : 152, nach **de la Metherie**, wie 17 : 16. Eben dieſer größern Schwere wegen entwickelt ſie ſich auch nach **Ingenhouß** aus der untern Fläche der Pflanzenblätter.

Sie hat eine ſehr ſtarke Anziehung gegen das Phlogiſton, und wird durch alle phlogiſtiſche Proceſſe weit mehr, als die gemeine Luft, **vermindert**. Wenn ſie ſehr rein iſt, und man zu 2 Maaßen von ihr 2 Maaß ſalpeterartige Luft hinzuthut, ſo wird das ganze aus 4 Maaßen beſtehende Gemiſch in den Raum eines einzigen Maaßes zuſammengezogen, und beſteht nunmehr aus fixer und phlogiſtiſirter Luft. Wenn 2 Maaß dephlogiſtiſirte Luft mit 3 Maaßen ſalpeterartiger eben ſoviel Volumen geben, als 2 Maaß gemeine Luft mit 1 Maaß ſalpeterartiger, ſo ſagt man, die dephlogiſtiſirte Luft ſey dreymal ſo gut, als die gemeine. Die reinſte Luft, welche **Prieſtley** (Exp. and Obſ. Vol. IV. Sect. 25.) aus der Deſtillation einer Queckſilberauflöſung in Scheidewaſſer erhielt, war ſo gut, daß ein Maaß davon mit 2 Maaßen ſalpeterartiger Luft vermiſcht, nur den

luft (aer vitalis) beylegt. **Bergmann** (Anleitung zu chymiſchen Vorleſ. §. 292.) vermuthet ſogar, daß die Bewohner der neugeſchaffnen Erde durch das Athmen der damals noch reinen dephlogiſtiſirten Luft der Atmoſphäre ein ſo hohes Alter erreicht haben.

Sie befördert ferner die Verbrennung in einem ſehr hohen Grade. Eine Kerze brennt, ehe ſie auslöſcht, 6 — 7mal länger in ihr, als in der gemeinen Luft, und mit einer weit glänzendern und größern Flamme und Hitze. Wenn man eine Blaſe mit ihr anfüllt, an den Hals derſelben eine gläſerne Röhre bindet, deren Ende in eine feine Spitze ausgezogen iſt, und die Luft durch Drücken der Blaſe heraus gegen eine Lichtflamme treibt, ſo daß die Flamme dadurch in eine horizontale Richtung gebracht wird, ſo ſchmelzen kleine Metallſtückchen und ſogar Platinakörner, die man der Flamme auf einer Kohle entgegen hält, augenblicklich. Kampher und Phoſphorus brennen in dieſer Luft mit einem bewundernswürdigen Glanze, und glühende Kohlen werfen mit Kniſtern Funken umher. Glimmende Dachte, Papier, Zunder gerathen darinn ſogleich in Flammen. Ein feiner ſtählerner Drath, oder eine Uhrfeder, die man vorher an der Spitze glühend gemacht hat, ſchmelzt und verbrennt darinn mit vielem Funkenwerfen. Zu einigen hieher gehörigen ſchönen Verſuchen hat D. **Ingenhouß** (Vermiſchte Schriften, I. Band, S. 201. u. f. S. 365. u. f.) Anleitungen gegeben.

Mit brennbarer Luft vermiſcht, giebt dieſe Luftgattung eine ſehr ſtarke **Knallluft**, die ſich bey Annäherung eines brennenden Körpers oder durch den elektriſchen Funken entzündet, und mit einer heftigen Exploſion abbrennt, ſ. **Gas, brennbares**. Durch das Abbrennen verwandelt ſich dieſe Knallluft größtentheils in Waſſer, wie die Verſuche von **Cavendiſh** (Verſuche über die Luft und das daraus erfolgende Waſſer, in **Crells** chym. Annalen, 1785. S. 324. u. f.), **Watt** (Gedanken über die Beſtandtheile des Waſſers und der dephlogiſtiſirten Luft, ebend. 1786. S. 23. u. f. Blagdens Brief, S. 58. ingl. S. 136. u. f.), und **Lavoiſier** (in Lichtenbergs Magazin, B. II. St. 4. S. 91. u. f.)

beweiſen. Der letztere bediente ſich eines Apparats, womit er in einem über Queckſilber geſtürzten Gefäße, dem die Gemeinſchaft mit der äußern Luft gänzlich abgeſchnitten war, eine Miſchung von 30 Pinten brennbarer, und 15 bis 18 Pinten dephlogiſtiſirter Luft verbrennen konnte. Sobald das Gemiſch entzündet ward, verdunkelten ſich ſogleich die Wände des Gefäßes, und überzogen ſich mit einer großen Menge kleiner Waſſertröpfchen, die nach und nach in größere zuſammenfloſſen, herabrannen und die Queckſilberfläche mit einer Lage von Waſſer bedeckten, welche am Gewichte beynahe eben ſo viel betrug, als die verbrannten Luftgattungen gewogen hatten. Dieſer Verſuch iſt für die Lehre von der Erzeugung des Waſſers ſowohl, als für die Theorie der Verbrennung ſehr wichtig, und leitet auf die Vermuthung, daß das Weſen der dephlogiſtiſirten Luft und des Waſſers in genauer Verbindung ſtehe.

Die reine Luft iſt ſchwerer, als die atmoſphäriſche, aber leichter, als fixe Luft. Das Verhältniß der eigenthümlichen Schweren dephlogiſtiſirter und gemeiner Luft iſt nach **Prieſtley** wie 187:165, nach **Fontana**, wie 160:152, nach **de la Metherie**, wie 17:16. Eben dieſer größern Schwere wegen entwickelt ſie ſich auch nach **Ingenhouß** aus der untern Fläche der Pflanzenblätter.

Sie hat eine ſehr ſtarke Anziehung gegen das Phlogiſton, und wird durch alle phlogiſtiſche Proceſſe weit mehr, als die gemeine Luft, **vermindert**. Wenn ſie ſehr rein iſt, und man zu 2 Maaßen von ihr 2 Maaß ſalpeterartige Luft hinzuthut, ſo wird das ganze aus 4 Maaßen beſtehende Gemiſch in den Raum eines einzigen Maaßes zuſammengezogen, und beſteht nunmehr aus fixer und phlogiſtiſirter Luft. Wenn 2 Maaß dephlogiſtiſirte Luft mit 3 Maaßen ſalpeterartiger eben ſoviel Volumen geben, als 2 Maaß gemeine Luft mit 1 Maaß ſalpeterartiger, ſo ſagt man, die dephlogiſtiſirte Luft ſey dreymal ſo gut, als die gemeine. Die reinſte Luft, welche **Prieſtley** (Exp. and Obſ. Vol. IV. Sect. 25.) aus der Deſtillation einer Queckſilberauflöſung in Scheidewaſſer erhielt, war ſo gut, daß ein Maaß davon mit 2 Maaßen ſalpeterartiger Luft vermiſcht, nur den

Raum von $\frac{3}{100}$ eines Maaßes einnahm. Dieſe erſtaunliche Verminderung leitet den D. **Prieſtley** auf die Vermuthung, daß dephlogiſtiſirte und ſalpeterartige Luft in ihrer größten Reinigkeit nach der gehörigen Proportion vermiſcht, vielleicht ihre Luftgeſtalt ganz verlieren und dem Scheine nach verſchwinden würden. Das Produkt, das ſie alsdann erzeugten, müßte, weil es unſichtbar iſt, im Waſſer aufgelöſet (vielleicht gar Waſſer ſelbſt) ſeyn.

Die dephlogiſtiſirte Luft läßt ſich gar nicht, oder doch nur ſehr ſchwer mit dem Waſſer vermiſchen, wofern dieſes nicht durch Kochen oder Deſtilliren luftleer gemacht iſt. In dieſem Falle aber nimmt es nach **Fontana** (Philoſ. Trans. Vol. LXIX. p. 439.) etwas mehr dephlogiſtiſirte, als gemeine, Luft in ſich. Es hängt aber damit nicht ſehr feſt zuſammen und läßt ſich ſchon durch ſtarkes Schütteln wieder davon befreyen.

Dieſe Luftgattung trübt das Kalkwaſſer nicht, färbt die Pflanzenſäfte nicht und macht das ätzende Laugenſalz nicht mild. Sie hat weder Geruch noch Geſchmack, und zeigt überhaupt nicht das geringſte Merkmal einer Säure.

Durch Beymiſchung von dephlogiſtiſirter Luft kan ſowohl die phlogiſtiſirte als auch die fixe Luft zum Einathmen und zur Beförderung der Verbrennung geſchickter gemacht werden. **Scheele** (Von Luft und Feuer, §. 50.) fand, daß in einem Gemiſche aus vier Theilen fixer und einem Theile Feuerluft ein Licht wieder ziemlich gut brannte. Das Wachsthum der Pflanzen aber wird durch dieſe Luftart nicht befördert.

Was nun die **Natur** der dephlogiſtiſirten Luft betrifft, ſo nahm **Prieſtley** dieſelbe ſeinen erſten Verſuchen zufolge für einen aus Salpeterſäure und Erde zuſammengeſetzten Stoff an. Wenn man bedenkt, daß der Salpeter, aus dem man ſoviel dephlogiſtiſirte Luft ziehen kan, dadurch ſeine Säure ganz verliert, daß er ſich blos in freyer Luft erzeugt, und daß viele Subſtanzen, z. B. der Schwefel, dennoch eingehüllte Säure enthalten, wenn ſie gleich kein äuſſeres Merkmal derſelben zeigen, ſo fällt man ganz natürlich darauf, daß dieſe Luftgattung eine in etwas anders ein=

gehüllte Salpeterſäure ſeyn könne. **Prieſtley** ſetzt dazu noch in der Vorrede des dritten Bands ſeiner Verſuche dieſe Gründe, daß man aus einer erdichten Subſtanz, aus der man ſchon dephlogiſtiſirte Luft erhalten hat, durch wiederholtes Aufgießen von Salpeterſäure immer mehr dergleichen ausziehen könne, bis der erdichte Stoff ganz erſchöpft ſey, und daß er bisweilen einen weißen Staub in dieſer Luftgattung bemerkt habe. **Fontana** (Recherches phyſiques ſur la nature de l' air dephlogiſtique) hat dagegen das Daſeyn einer Erde in der dephlogiſtiſirten Luft beſtritten, weil bey der Verwandlung des Queckſilbers in rothes Präcipitat, und der Wiederherſtellung aus demſelben nichts am Gewicht verlohren gehe, und obgleich **Prieſtley** einen ſolchen Verluſt wirklich beobachtet zu haben glaubt, ſo hat er doch bey ſeinen Verſuchen ein ſo heftiges Feuer angewendet, daß daſſelbe leicht einen Theil des Präcipitats hat verflüchtigen und dadurch den Verluſt an Gewichte veranlaſſen können. Es iſt alſo ſehr zweifelhaft, und vielmehr unwahrſcheinlich, daß ein erdichter Stoff in der dephlogiſtiſirten Luft enthalten ſey.

Wenn aber dies nicht ſtatt findet, ſo wird es auch zugleich unwahrſcheinlich, daß dieſe Luftgattung Salpeterſäure enthalte, indem ſie nicht die mindeſten Spuren einer freyen Säure an ſich trägt. Die Verwandlung der Salpeterſäure und ihrer Dämpfe in dephlogiſtiſirte Luft läßt ſich alsdann auch ſo erklären, daß man dieſe Luft für das einfache Weſen, und die Salpeterſäure für das zuſammengeſetzte annimmt. So erklärt **Fontana** (Exp. ſur l' alcali etc. in *Rozier* Journal de phyſique. 1778) die Salpeterſäure für ein Gemiſch aus dephlogiſtiſirter Luft und Phlogiſton. Dieſe Hypotheſe erklärt einige Phänomene ſehr leicht, z. B. die Reduction des rothen Präcipitats ohne Zuſatz von Phlogiſton. Dieſes Präcipitat iſt durch Salpeterſäure bereitet, hält alſo noch etwas von derſelben in ſich. Wirkt nun das Feuer ſtark darauf, ſo wird dieſe Säure zerſetzt, ihr Phlogiſton verbindet ſich mit dem Kalke, und ſtellt die metalliſche Form wieder her, die dephlogiſtiſirte Luft aber wird entwickelt. Auch wird es hiebey

leicht begreiflich, warum man gewiſſe Subſtanzen, die kein Phlogiſton enthalten, mit Salpeterſäure anfeuchten muß, wenn ſie reine Luft geben ſollen, weil ſich alsdann das Phlogiſton der Salpeterſäure mit den Subſtanzen verbindet, und die dephlogiſtiſirte Luft frey wird.

Die Verſuche ſcheinen überhaupt anzugeben, daß dieſe reinſte Gattung der Luft nicht ſo, wie die meiſten übrigen, während der Operation erzeugt, ſondern nur entwickelt oder von dem, was ſie vorher gebunden hielt, frey gemacht werde. Die Pflanzen ſaugen im Sonnenſcheine das zu ihrem Wachsthum nöthige Brennbare aus der Atmoſphäre, oder den ſie umgebenden Stoffen, ein, und laſſen den reinern Theil zurück; die Salpeter- und Vitriolſäure, die vielleicht mit dem Phlogiſton näher verwandt ſind, als die in der Mennige ꝛc. eingeſchloßne Luft, wenden ſich zu dieſem Phlogiſton und machen die reinere Luft frey. So ſcheint dieſe Luft der reinſte Beſtandtheil der Atmoſphäre zu ſeyn, und aus dieſer in andere Körper allein oder mit andern Beſtandtheilen zugleich überzugehen. Je nachdem nun die Körper mit ihr mehr oder weniger verwandt ſind, werden ſie dieſelbe ſchwerer oder leichter, von ſelbſt oder vermittelſt der Hitze und der Säuren von ſich geben. Die Salpeterſäure kan alſo die Entwicklung dieſer Luftart befördern, ja auch wohl ſelbſt aus ihrer Miſchung reine Luft hergeben, ohne doch ſelbſt einen Beſtandtheil der dephlogiſtiſirten Luft auszumachen. Es nöthigen uns alſo die Entwicklung der reinen Luft aus Salpeter, Salpeterſäure und deren Dämpfen keineswegs, in dieſer Luft die Salpeterſäure ſelbſt zu ſuchen, zumal da es ſo viele Methoden giebt, ſie ohne Zuthun dieſer Säure zu erhalten.

Die neuern Verſuche über die Verbrennung der brennbaren und dephlogiſtiſirten Luft in verſchloßnen Gefäßen haben Veranlaſſung gegeben, die reine Luft für ein in elaſtiſcher Form dargeſtelltes **Waſſer** zu halten. Man bekömmt nicht allein Waſſer, wie ſchon im Vorigen angeführt iſt, aus der Verbrennung der Knallluft, ſondern es ſcheint ſich auch umgekehrt das Waſſer in brennbare und reine Luft zerlegen zu laſſen. **Lavoiſier** that in ein mit Queckſilber gefülltes und in Queckſilber umgeſtürztes Glas etwas Waſ-

ſer mit ſehr reiner Stahlfeile. Nach 24 Stunden fieng das Eiſen an ſich zu verkalken und ward zum Theil roſtig. Zu gleicher Zeit entwickelte ſich eine Menge brennbarer Luft, deren Menge der dephlogiſtiſirten, die das Eiſen bey der Verkalkung in ſich genommen hatte, proportionirt war. Man konnte die Quantität dieſer eingeſchluckten Luft aus dem vermehrten Gewichte des Eiſens nach ſeiner Trocknung ſchließen. Dieſer Verſuch zeigt alſo eine Zerlegung des Waſſers in brennbare und dephlogiſtiſirte Luft, wovon die erſte ſich abſondert, die letztere hingegen ſich mit dem Eiſen verbindet und deſſen Verkalkung bewirkt (Man ſ. **Lichtenbergs** Magazin für das Neuſte ꝛc. B. II. St. 4. S. 91. u. f.). Aus dieſer Entdeckung, von welcher bey dem Worte **Waſſer** ausführlichere Nachrichten vorkommen werden, ſchließt **Watt**, welcher ſie ſchon vor Lavoiſiers Verſuchen gekannt hatte (Man ſ. **de Lüc** Ideen über die Meteorologie, II. B. §. 678. u. f.), daß die dephlogiſtiſirte Luft nichts weiter, als ein ſeines Phlogiſtons beraubtes und mit der Feuermaterie verbundnes **Waſſer** ſey. Die Abhandlungen der Herren **Cavendiſh** und **Watt** finden ſich in den philoſophiſchen Transactionen vom Jahre 1784. Dieſe Idee, welche **de Lüc** den erſten Stral von wahrem Lichte in der Meteorologie nennt, erklärt die Phänomene mit einer bewundernswürdigen Leichtigkeit, und es iſt nicht zu zweifeln, daß ſie durch die Aufſchlüſſe, welche ſich nach **de Lüc** daraus herleiten laſſen, den allgemeinen Beyfall der Naturforſcher erhalten werde.

Die Unterſuchungen der dephlogiſtiſirten Luft haben uns nicht nur eine genauere Kenntniß von der Beſchaffenheit der Atmoſphäre und von dem großen Nutzen dieſer Luftgattung für alles, was athmet und lebet, zugleich mit richtigern Erklärungen vieler Phänomene, z. B. der Verpuffung, des Schieß- und Knallpulvers ꝛc. verſchafft, ſondern auch zu verſchiedenen nützlichen Anwendungen Anlaß gegeben. Schon **Prieſtley** (Exp. and Obſ. Vol. II. p. 101.) äußerte, daß die reine Luft bey Lungenkrankheiten gute Dienſte thun würde; es fehlte aber anfänglich an wohlfeilen Arten, ſie zu erhalten, und an bequemen Methoden, ſie von Kran-

ken athmen zu laſſen. Dieſem Mangel ſcheint jetzt durch die Erſindung der leichten Art, ſie aus Braunſtein und Salpeter zu ziehen, und durch die bequemen Vorrichtungen, welche zum Athmen derſelben von einigen Aerzten und Phyſikern, insbeſondere von D. **Ingenhouß** (Ueber die Natur der dephlogiſtiſirten Luft, in ſ. Vermiſchten Schriften, Band II. S. 69. u. f.) und von **Achard** (Sammlungen phyſ. und chem. Abhandl. B. I. S. 63.) angegeben worden ſind, ziemlich abgeholfen zu ſeyn. Man hat das Einathmen derſelben insbeſondere bey Lungenkrankheiten, und ihr Einblaſen als das wirkſamſte Rettungsmittel für Perſonen empfohlen, die von ſchädlichen Luftgattungen bis zur Ohnmacht (Aſphyxia) erſtickt ſind. Man hat auch vorgeſchlagen, denen, die ſich in ſchädliche Luftgattungen wagen müſſen, Blaſen oder Gefäße mit dephlogiſtiſirter Luft, als ein Verwahrungsmittel, mitzugeben. Daß es inzwiſchen beym Gebrauche dieſer Luft in Krankheiten ein gewiſſes **Größtes** gebe, das man nicht überſchreiten darf, ohne dem Kranken zu ſchaden, hat Herr **Lichtenberg** (Vorrede zur vierten Aufl. der Erxlebenſchen Anfangsgr. der Naturl. Gött. 1787. 8. S. XXIX. u. f.) ſehr richtig bemerkt. In gewiſſen Krankheiten, z. B. faulen Fiebern, iſt die reine Luft eine Arzney, die wie der Wein, in Maaße gegeben, nützt, im Uebermaaße ſchädlich und tödtlich werden kan, weil ſich die Hitze, die ihr Einathmen verurſacht, durch den ohnehin äußerſt erhitzten Körper des Kranken nicht ſo ſchnell, als durch einen geſunden Körper, zu vertheilen im Stande iſt.

Da die dephlogiſtiſirte Luft die Hitze der Flamme ſo beträchtlich verſtärkt, ſo hat man ſie auch auf das zu ſo vielen Abſichten nützliche **Löthrohr** und die Schmelzung angewendet. Man kan zu dem Ende dieſe reine Luft aus einer ans Löthrohr gebundnen Blaſe ausdrücken, oder ſich eigner Vorrichtungen bedienen, dergleichen **Galliſch** (Verſuch einer Anwendung der dephlog. Luft aufs Löthrohr, in **Crells** chem. Annal. 1784. S. 31.), **Göttling** (Beſchreibung verſchiedener Blaſenmaſchinen, Erfurt, 1784. 4.), und **Geijer** (Schmelzungsverſuche mit Feuerluft in den Schwed. Abhandl. von 1784. V. Band.) angegeben haben,

wobey die Feuerluft durch den Druck des Waſſers aus einem Gefäße auf die Flamme geleitet wird. Zu größern Schmelzungen mit dephlogiſtiſirter Luft haben **Achard** (Crells neuſte Entdeck. in der Chem. Th. VIII. S. 79.) und **Lavoiſier** (Hiſt. de l'Ac. de Paris, 1783.) kleine Oefen angegeben. Methoden reine Luft zu erhalten und zur Schmelzung zu nützen hat **Ehrmann** (Verſuch einer Schmelzkunſt mit Beyhülfe der Feuerluft, Strasburg, 1786. gr. 8.) ſehr vollſtändig geſammelt. Man erhält dadurch einen ungewöhnlichen Grad der Hitze und Wirkungen, die man durch das gemeine Feuer auf keine Weiſe erreichen kan.

Gas, eſſigſaures, vegetabiliſch-ſaures, vegetabiliſch-ſaure Luft (Prieſtley), **Eſſigluft**, Gas acidum acetoſum, Aer acidus vegetabilis, Mephitis acetoſa, *Gas acide aceteux*. Eine mit dem Waſſer miſchbare Gasart, welche **Prieſtley** aus einer ſehr ſtarken und durch Vitriolſäure concentrirten Eſſigſäure erhielt, und für eine in Luftgeſtalt dargeſtellte Pflanzenſäure annahm.

Er entwickelte dieſelbe (Exp. and Obſ. Vol. II. p. 23.) durch die bloße Hitze aus einem ſtark concentrirten Weineſſig in einem kleinen Queckſilber-Apparat, wobey er, um ſie von aller Feuchtigkeit zu reinigen, zwiſchen das Glas mit dem Weineſſige und das Queckſilber, wie Taf. X. Fig. 36. zeigt, noch ein Zwiſchengefäß angebracht hatte. Sie zeigte ſich weit ſchwächer, als die mineraliſchen Säuren, griff das Salz und den Borax gar nicht an, löſchte ein Licht aus, verband ſich ſehr leicht und feſt mit dem Waſſer, und zeigte weiter kein beſonderes Phänomen, als daß ſie dem Olivenöle, welches andere ſaure Gasarten zäher und dunkler machen, vielmehr die gelbe Farbe benahm, und mehr Durchſichtigkeit gab.

Sie unterſchied ſich alſo von der vitriolſauren Luft blos durch dieſe Wirkung auf das Olivenöl und durch ihren Geruch. Und da ſie mit laugenartiger Luft vermiſcht, ihre Elaſticität verlohr, eine weiße Wolke bildete, und an den Wänden des Gefäßes ein Pulver anlegte, das einem Schwefel ziemlich ähnlich ſah, da überdis der gebrauchte Weineſſig durch

Vitriolſäure concentrirt worden war, ſo zweifelt **Prieſtley** ſelbſt, ob das, was er erhielt, etwas anders, als vitriolſaures Gas, geweſen ſey, und ob es eine eigne von den übrigen Gasarten verſchiedene vegetabiliſch-ſaure Luft gebe.

De la Metherie (Eſſai analytique ſur l'air pur et les differentes eſpeces de l'air. à Paris, 1785. 8. p. 212.) hat ſich zur Erzeugung der vegetabiliſch-ſauren Luft des Grünſpans bedient. Er vermiſchte ihn mit Vitriolſäure, erwärmte das Gefäß mit einem brennenden Wachsſtocke, und fieng die Luft in einem kleinen Queckſilber-Apparat auf. Dieſes leichte Verfahren kan wenigſtens dienen, ein ſolches Gas in Menge zu weitern Unterſuchungen zu bereiten, wobey es ſich zeigen wird, ob es in mehrern Umſtänden von dem vitriolſauren Gas unterſchieden ſey. Daß ſich die Eſſigſäure, ſo wie auch andere Pflanzenſäuren, z. B. die des Weinſteins und Zuckers, in Luftgeſtalt werden darſtellen laſſen, iſt wohl nicht zu zweifeln, wenn es auch auf den bisher verſuchten Wegen nicht angehen ſollte.

Gas, flüchtig alkaliſches, ſ. Gas, laugenartiges.

Gas, flußſpathſaures, ſpathſaures, Flußſpathgas, Flußſpathſaure Luft, luftige Flußſpathſäure, Gas fluoris mineralis, Gas acidum ſpathoſum, Aer acidus ſpathoſus, Mephitis fluoris mineralis, *Gas acide ſpathique*, *Air acide ſpathique*. Eine in Luftgeſtalt dargeſtellte Flußſpathſäure, welche man aus dem phoſphoreſcirenden grünlichen oder bläulichen Flußſpathe vermittelſt aufgegoßner concentrirter Vitriolſäure bey einer gelinden Wärme erhält.

Die Entdeckung dieſer beſonders merkwürdigen Gasart war eine Folge der Verſuche, welche **Scheele** über die Säure des **Flußſpaths, phoſphoreſcirenden Spaths,** oder **unächten Smaragds** (Fluor ſpathoſus, Fluor mineralis, facie ſpathoſa, particulis nitentibus, *Waller.*) anſtellte, ſ. **Flußſpathſäure.** Er deſtillirte dieſen Spath mit ſtarker Vitriolſäure, und ſahe eine Menge erdichte Materie, wie gepülverten Sand, mit übergehen, die

auf dem Waſſer in der Vorlage eine ſteinichte Rinde bildete, und die er anfänglich für ein durch die Säure verwandeltes Waſſer hielt (Schwed. Abhdl. B. XXXIII. S. 122. u. f.). **Prieſtley**, welcher von Scheelens neuer Entdeckung einer eignen Flußſpathſäure Nachricht bekam, verſchafte ſich den nöthigen Spath von **Derbyſhire**, welchen man in England zu Vaſen und Verzierungen der Camine verarbeitet, und verſuchte dieſe Säure vermittelſt des Vitriolöls im Queckſilber-Apparat in Luftgeſtalt zu erhalten (Exp. and Obſ. Vol. II. p. 189. ſq.). Es gelang ihm auch, eine Menge ſolches Gas zu ſammeln, welches, als er Waſſer hinzuließ, ſich zuſammenzog, und eine weiße Erde auf der Waſſerfläche abſetzte. Er konnte nicht müde werden, dieſe ſcheinbare augenblickliche Verwandlung der Luft in einen ſteinichten Körper zu bewundern. Eine Blaſe von dieſem Gas durchs Queckſilber in das Waſſer gebracht, verwandelte ſich bey der erſten Berührung in eine ſteinichte Kugel, welche in der Folge zerſprang, und ihre Trümmern wie ein zartes Gewebe auf der Waſſerfläche verbreitete. Mehrere Kugeln hiengen zuſammen und bildeten Cylinder, und aus mehrern Cylindern entſtanden Verbindungen von Röhren in Geſtalt der Orgelpfeifen. So neu und auffallend dieſe Erſcheinung iſt, ſo läßt ſie ſich doch nunmehr, da man die Wirkungen der Flußſpathſäure genauer kennt, ganz natürlich erklären.

Man erhält dieſe Gasart ſehr leicht, wenn man die klein geſchlagnen Stücken Spath in ein Glas mit eingeriebenem Stöpſel und durchgehendem Rohre ſchüttet, und etwas Vitriolöl darauf gießet. Das Gas wird alsdann, anfänglich ohne alle Wärme, in der Folge aber bey einer ſehr gelinden Hitze entbunden, und kan im Queckſilber-Apparat aufgefangen werden.

Die Eigenſchaften dieſer Gasart ſind folgende. Sie wird vom Waſſer ſchnell verſchluckt, und verwandelt daſſelbe in wahre Flußſpathſäure. Man kennt auch keine andere Flußſpathſäure, als die, welche auf dieſe Art verbreitet iſt. Die Flußſpathluft iſt weit ſchwerer, als die gemeine (nach **Fontana** im Verhältniſſe 3 : 1), löſcht die Flamme aus,

und tödtet die Thiere ſchnell. Sie hat einen ſauren Geſchmack und den ſauren ſafranartigen Geruch der Kochſalzſäure, röthet die Lakmustinktur, trübt das Kalkwaſſer, und löſet, wenn ſie erhitzt wird, das Glas und die Kieſelerde auf. Wenn ſie in gläſernen Gefäßen entbunden wird, oder Kieſelerde mit dem Flußſpathe vermengt iſt, ſo ſetzt ſie, ſobald ſie Waſſer berührt, die erwähnte kieſelartige Rinde ab; dies geſchieht aber nicht, wenn man ſie in metallnen Gefäßen aus reinem Spathe entwickelt. In der atmoſphäriſchen Luft nimmt ſie die Geſtalt einer weißen Wolke an.

Dieſe Eigenſchaften bringen es zur völligen Gewißheit, daß die Flußſpathluft nichts anders, als eine durchs Feuer in den luftförmigen Zuſtand verſetzte **Flußſpathſäure** ſey. Da dieſe Säure die einzige unter allen iſt, welche die Kieſelerde auflöſet, und alſo das Glas angreift, ſo erklärt ſich die Entſtehung der ſteinichten Rinde ſehr leicht. Die Spathluft nemlich greift das gläſerne Gefäß und die Röhren an, durch die ſie hindurch geht, und nimmt eine Menge Kieſelerde aufgelöſet in ſich. Bey der Berührung mit dem Waſſer, mit welchem die Spathluft in noch genauerer Verwandſchaft ſteht, wird dieſe Erde in feſter Geſtalt niedergeſchlagen. Wenn man die erzeugte ſteinichte Rinde durch wiederholtes Abwaſchen von aller Säure befreyt, ſo verwandelt ſie ſich in ein weißes Pulver, das eben ſo feuerbeſtändig, als der Quarz und Kieſel, und ſelbſt im Brennpunkte unſchmelzbar iſt, in eine wahre Kieſelerde. Dies beſtätiget ſich noch mehr dadurch, daß die Erzeugung der ſteinichten Rinde wegfällt, wenn man die Operation in metallnen Gefäßen vornimmt, weil alsdann die Spathluft keine Kieſelerde in ſich nehmen kan. Dies lehrt uns den ſonſt kaum glaublichen Satz, daß dieſe ſo ſchwere feſte und feuerbeſtändige Erde dennoch verflüchtiget, ja ſogar in ein luftförmiges elaſtiſches Aggregat gebracht werden könne.

D. Prieſtley erklärte die Spathluft für eine **Vitriolſäure**, welche etwas Phlogiſton und die Erde des Flußſpaths bey ſich führe. Er wußte damals noch nicht, daß die Erde in ihr fehlet, wenn ſie nicht durch Glas gegangen

iſt; auch war es noch nicht ſo gewiß erwieſen, daß der Flußſpath eine eigne Säure habe. Er glaubte durch einen entſcheidenden Verſuch erweiſen zu können, daß dieſes Gas von vitriolſaurer Art ſey. Wenn man nemlich das mit ihm imprägnirte Waſſer einer gelinden Hitze ausſetzt, ſo geht eine elaſtiſche Materie heraus, die der vitriolſauren Luft ganz ähnlich iſt, und ſich mit dem Waſſer verbindet, ohne eine Rinde abzuſetzen. Dieſer Verſuch iſt aber ſehr leicht zu erklären: die im Waſſer enthaltene Luft nemlich hatte die Kieſelerde ſchon vorher abgeſetzt, als ſie ſich mit dem Waſſer verband, und da ſie jetzt wieder unmittelbar aus Waſſer in Waſſer übergieng, ohne Glas zu berühren, ſo war auch kein weiterer Niederſchlag einer Kieſelerde möglich. Auch gelang es ihm nicht, die vitriolſaure Luft durch hineingebrachten Flußſpath, auf welchen er den Brennpunkt einer Glaslinſe hinlenkte, in Spathluft zu verwandeln — ein deutliches Zeichen, daß die aufgelöſte Erde nicht aus dem Flußſpathe komme. Er fand auch, daß das mit Spathluft geſchwängerte Waſſer weit ſpäter gefriere, als das mit vitriolſaurer Luft imprägnirte. Endlich bemerkte er ſelbſt (Exp. and Obſ. Vol. IV. p. 434.), daß dieſe Luft das Glas angreife. Man findet übrigens **Prieſtleys** und **Monnets** Gründe wider die Eigenthümlichkeit der Flußſpathſäure, die ſie vielmehr für eine Vitriolſäure halten wollten, in ihren in den leipziger Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſchichte (I. Band 3 Stück, S. 290 u. f.) überſetzten Abhandlungen.

Uebrigens ſchlucken auch der Weingeiſt und Aether die Spathluft ein, ohne ihre Entzündbarkeit und Durchſichtigkeit zu verlieren. Der Alaun, der lebendige und rohe Kalk und die Holzkohlen nehmen auch einen Theil dieſer Luft in ſich, da hingegen Terpentinöl Schwefel und Schwefelleber, Küchenſalz, Salmiak, Eiſen und Gummilak keine Wirkung darauf äußern.

Gas, hepatiſches, hepatiſche Luft, Schwefelleberluft, ſtinkende Schwefelluft (Scheele), Gas hepaticum, Aer hepaticus, Mephitis hepatica, *Gas he-*

patique, *Air hepatique*. Eine mephitiſche entzündliche und mit dem Waſſer miſchbare Gasart, die man aus den Schwefellebern (d. i. aus Verbindungen des Schwefels mit Laugenſalzen, alkaliſchen Erden oder einigen Metallen) vermittelſt der Salz- oder Vitriolſäure erhält. Die Entdeckung dieſer Gasart ſind wir Herrn **Bergmann** (De mineris Zinci, §. 8. 9. in Opuſc. To. II.) ſchuldig, der ſie zuerſt aus der ſogenannten **ſchwarzen Blende** (Pſeudogalena nigra Danemorenſis), einem ſchwefelhaltigen Zinkerz, durch aufgegoßne Vitriolſäure erhielt.

Man kan dieſelbe aus allen Schwefellebern durch Aufguß einer Säure, vorzüglich der Salzſäure ziehen, aber nicht durch Salpeterſäure (**Bergmann** Anl. zu chem. Vorleſungen, §. 310.). Auch aus den künſtlich bereiteten metalliſchen Schwefellebern, z. B. aus gleichen Theilen von fein geriebnem Braunſtein und gepülvertem Schwefel, aus 3 Theilen Eiſenfeile und 2 Theilen Schwefel bekömmt man hepatiſche Luft, wenn man dieſe Gemenge in einer Retorte ſo lange erhitzt, bis kein Schwefel mehr aufſteigt, und dann eine Säure aufgießt. Die **ſpaniſche Soda**, eine laugenartige Subſtanz, welche zugleich Schwefel hält, giebt nach **Gmelin** (Einl. in die Chymie. Nürnb. 1780. 8. §. 33.) mit Vitriol- Salz- oder Eſſigſäure ein entzündliches Gas, welches hepatiſch iſt. **Scheele** (Von Luft und Feuer, S. 150.) hat ſelbſt aus Kohlenſtaub und Schwefel, und (S. 154.) aus Baumöl und Schwefel durch ſtarke Hitze dergleichen erhalten, welche Erfahrung ſogar **van Helmont** (De flatibus, §. 7.) ſchon kannte.

Dieſes Gas hat den ausnehmend ſtarken ſtinkenden Geruch der faulen Eyer oder der aufgelöſten Schwefelleber. Es tödtet die Thiere, und löſcht die Lichter aus. Mit atmoſphäriſcher Luft vermiſcht brennt es bey Annäherung eines Lichts oder durch den elektriſchen Funken mit einer röthlich blauen Flamme, und ſetzt dabey an die Wände des Gefäſſes etwas Schwefel ab. Mit dreymal ſo viel atmoſphäriſcher Luft verbrennt es ſchneller und mit einem Schlage. Es röthet die Lakmustinktur nicht, und färbt den Violenſyrup grünlich. Es trübt das Kalkwaſſer nicht. Wenn

man es über Queckſilber mit atmoſphäriſcher oder dephlogiſtiſirter Luft vermiſcht, ſo vermindert ſich das Volumen beyder Luftgattungen, die hepatiſche Luft läßt den Schwefel fallen, und die reſpirable wird phlogiſtiſirt und verdorben.

Das Waſſer nimmt die hepatiſche Luft ſehr willig in ſich, und kömmt alsdann mit dem Waſſer der Schwefelbäder, ſ. **Bäder, warme**, überein (*Bergmann* de aquis medicatis, calidis arte parandis, in Opuſc. Vol. I. p. 229. ſq.) Wenn es heiß iſt, löſet es weniger davon auf. In der mittlern Temperatur nehmen 100 Cubikzoll Waſſer etwa 60 Cubikzoll hepatiſches Gas in ſich. Nach **Hahnemann** (Von der Arſenikvergiftung. Leipz. 1786. 8. S. 26) nehmen 42000 Gran kaltes Waſſer ſo viel hepatiſche Luft auf, daß 100 Gran Schwefel dadurch aufgelöſet ſind. Das dadurch entſtandene Schwefelwaſſer hat einen ſtarken Schwefellebergeruch, einen ſtarken ſüßlichen ekelhaften Geſchmack, und ſieht klar und hell aus, ſo lange es noch nicht an der Luft geſtanden hat. Es röthet die Lakmustinktur nicht, wenn nicht die zur Bereitung gebrauchte Schwefelleber mit mildem Laugenſalze verfertigt geweſen iſt, in welchem Falle unter der hepatiſchen etwas fixe Luft befindlich iſt, die die Lakmustinktur röthen und das Kalkwaſſer trüben kan. Durch Kochen in ofnen Gefäßen wird die hepatiſche Luft ganz aus dem Waſſer getrieben. Durch lange Berührung mit gemeiner Luft, ingleichen durch Salpeterſäure wird das Phlogiſton aus dem Schwefelwaſſer gezogen, der üble Geruch verſchwindet und der Schwefel ſchlägt ſich nieder. Daher kömmt der Schwefel, den einige warme Bäder, z. B. die aachner, an der Luft abſetzen. Geſättigtes Schwefelwaſſer ſchlägt die Metalle aus ihren Auflöſungen in Säuren mit verſchiedenen Farben nieder, ſchwärzt das Silber und Queckſilber und löſet die Eiſenfeile auf.

Nach **Bergmanns** Meynung beſteht die hepatiſche Luft aus Phlogiſton und Schwefel, welche durch den Beytritt gebundener Wärme die Luftgeſtalt erhalten haben. Alle Subſtanzen, die das Brennbare ſtark anziehen, z. B. reine Luft, ſcheiden aus ihr den Schwefel ab, und werden phlogiſtiſirt. Wäre die hepatiſche Luft blos luftförmiger

Schwefel, ſo würde ſie durch die reine Luft bey Abſonderung des Brennbaren in vitriolſaure Luft verwandelt werden müſſen. Die Entſtehung dieſer Gasart erklärt Herr **Gren** (Syſtematiſches Handbuch der Chemie, Halle, 1787. gr. 8. Erſter Theil, §. 770.) aus dem ſchwachen Zuſammenhange der Beſtandtheile des Schwefels in der Schwefelleber, wobey die Laugenſalze, Erden oder metalliſchen Theile die Vitriolſäure des Schwefels ſtärker, als ſein Phlogiſton, anziehen, und alſo gleichſam einen Theil des Phlogiſtons frey machen, wodurch bey der Entbindung dieſer Luftart ein Theil des Schwefels mit mehrerm Phlogiſton verbunden und durch die Wärme luftförmig wird.

Gas, laugenartiges, flüchtig-alkaliſches, flüchtig-alkaliſche Luft, laugenſalzige Luft, urinöſe Luft, Gas alcalinum volatile, Aer alcalinus, Mephitis urinoſa, *Gas alcali-volatil.* Eine mephitiſche entzündbare, mit dem Waſſer miſchbare Gasart, die man aus dem flüchtigen Laugenſalze erhält, indem man entweder das ätzende flüchtige Alkali ſelbſt, oder den Salmiak mit hinzugethanem Kalk oder Mennige erhitzt — ein flüchtiges Laugenſalz in Luftgeſtalt.

Prieſtley (Exp. and Obſ. Vol. I. der deutſch. Ueberſ. S. 159. u. f.) ward durch ſeine Entdeckung der ſalzſauren Luft auf die Vermuthung geleitet, daß ſich vielleicht mehrere Salze auf eine ähnliche Art würden bearbeiten laſſen. Er fand dies auch beſtätiget, und erhielt aus dem Hirſchhornſalze und flüchtigen Salmiakſalze durch die bloße Erwärmung an der Lichtflamme eine elaſtiſche Materie, die ſich zwar von den übrigen Gasarten unterſchied, aber noch ſehr viele fixe Luft enthielt. Fortgeſetzte Verſuche lehrten ihn Methoden, ſie reiner zu entwickeln.

Man erhält dieſe laugenartige Luft am beſten, wenn man ſtarken **ätzenden Salmiakgeiſt** (Spiritus ſalis ammoniaci cum calce viva paratus) in einem Kolben gelind erhitzt und das aufſteigende Gas im Queckſilber-Apparat auffängt. Statt des fertigen ätzenden Laugenſalzes kan man aber auch 2 Theile ungelöſchten Kalk und einen

Theil gemeinen Salmiak oder 9 Theile Mennige und 4 Theile Salmiak nehmen. Die fixen Laugenſalze und das milde flüchtige, geben bey dieſer Behandlung entweder gar kein Gas, oder blos fixe Luft, oder doch eine mit ſehr viel fixer Luft vermiſchte laugenartige.

Da bey dem vorgeſchriebenen Verfahren viel wäſſerichte Theile mit übergehen, ſo thut man wohl, wenn man ſich auch hier des Taf. X. Fig. 36. vorgeſtellten Zwiſchengefäßes bedienet.

Die urinöſe Luft hat den durchdringenden faſt erſtickenden Geruch des ätzenden Salmiakgeiſts, und einen ſcharfen, ätzenden urinöſen Geſchmack. Sie färbt den Veilchenſyrup grün. Sie wird vom Waſſer gänzlich verſchluckt, und verwandelt das deſtillirte in einen wahren ätzenden Salmiakgeiſt, wobey viel Wärme frey wird. Eis ſchmelzt daher ſehr ſchnell in ihr, und wird dann auch Salmiakgeiſt, wobey wieder Kälte entſteht. Das Kalkwaſſer trübt ſie gar nicht; löſt ſich aber doch nach und nach darinn auf, und ſchlägt lebendigen Kalk daraus nieder. Sie tödtet die Thiere, und löſcht Lichter aus. Doch entzündet ſie ſich im reinen Zuſtande etwas, oder vergrößert vielmehr die Lichtflamme auf einen Augenblick. Sie iſt leichter, als die gemeine Luft (nach Fontana im Verhältniß 7 : 15), und wird durch die Hitze mehr, als die gemeine, ausgedehnt.

Mit atmoſphäriſcher Luft vermiſcht entzündet ſie ſich mit einem Knalle, und brennt mit einer ſchwachen Flamme. Der elektriſche Funken vergrößert alsdann nach **Prieſtley** (Exp. and Obſ. Vol. II. p. 239.) ihr Volumen, und verwandelt ſie in brennbare Luft. Einige glauben, es komme ihr dieſe Entzündbarkeit nicht weſentlich zu, ſondern zeige ſich nur, wenn ſie aus einem mit vielem Phlogiſton verſehenen Laugenſalze entbunden oder ſonſt mit Brennbarem verſetzt worden ſey, womit ſie eine ſehr große Verwandſchaft hat. Es iſt aber auch anjetzt ſehr wahrſcheinlich, daß das flüchtige Alkali weſentlich Phlogiſton enthalte. Mit den reſpirablen Luftgattungen, i gleichen mit hepatiſcher und nitröſer Luft vermiſcht oder mengt ſie ſich, ohne zerſetzt zu werden.

Mit den ſauren Luftarten zeigt ſie eines der auffallendſten Phänomene in der ganzen Phyſik, da nemlich zwo unſichtbare Subſtanzen im Augenblicke ihrer Berührung die Elaſticität verlieren, und einen feſten weißen Salmiak erzeugen. Hiebey werden zur Sättigung auf zwey Maaß laugenartige Luft, von der ſalzſauren Luft zwey Maaß, von der vitriolſauren ein Maaß und von rothen Salpeterdämpfen ⅗ Maaß erfordert. Auch die Säuren ſelbſt in der flüßigen Geſtalt verſchlucken die laugenartige Luft, und werden dadurch in wahre Salmiakauflöſungen verwandelt, wobey ſich viele Wärme entwickelt. Mit der Luftſäure wird die alkaliſche Luft zu einem milden flüchtigen Alkali, das ſich in kryſtalliniſcher Form an die Wände des Gefäßes anlegt.

Dieſe Eigenſchaften zeigen deutlich, daß dieſe Gasart das flüchtige Laugenſalz ſelbſt ſey, welchem der damit verbundne Wärmeſtof eine luftförmige Geſtalt gegeben hat. Dieſe gebundene Wärme wird frey, wenn Waſſer, Säuren ꝛc. das Laugenſalz anziehen. Auch das Eis macht Wärme frey, aber das Schmelzen deſſelben bindet ſie wieder, und noch mehr dazu, daher entſteht hiebey Kälte. Es erklärt ſich ferner hieraus, warum man das ätzende flüchtige Alkali nicht in trockner Geſtalt darſtellen kan, weil es ſich nemlich allezeit in Luftgeſtalt entbindet und alſo einen Körper finden muß, der es auflöſet und in ſich nimmt.

Gas, mephitiſches, (Macquer), **Kalkgas** (Keir), **wildes Gas** oder **weinichtes Gas** (van Helmont), **fixe Luft** (Black, Prieſtley), **künſtliche Luft** (Boyle), **mephitiſche Säure** (Bewley), **Luftſäure** (Bergmann), **Kreidenſäure** (Bouquet), **Sauerluft** (Ingenhouß), Gas mephiticum, calcareum, ſilveſtre, vinoſum, Mephitis vinoſa, acidula, Aer fixus, Aer factitius, Acidum mephiticum, Acidum aëreum ſ. atmoſphaericum, Acidum cretae, *Gas méphitique*, *calcaire*, *Air fixe*, *Acide méphitique*, *Acide crayeux*. Das mephitiſches Gas oder die fixe Luft iſt diejenige mit dem Waſſer miſchbare, nicht reſpirable Gasart, welche bey der Weingährung aus den Körpern

hervorgeht, und aus den milden Laugenſalzen und alkaliſchen Erden durch Säuren entwickelt wird.

Dieſe Luftgattung iſt vielleicht unter allen übrigen, die gemeine Luft ausgenommen, den Menſchen zuerſt bekannt geworden; aus ihr beſtehen die **erſtickenden Schwaden** oder die **böſen Wetter** der Bergleute, die man ſonſt den durch die Luft verbreiteten unterirdiſchen Ausdünſtungen zuſchrieb. **Van Helmont** bemerkte um die Mitte des 16ten Jahrhunderts, daß ſich dieſer erſtickende Dampf auch über der Oberfläche gährender Körper befinde, und gab ihm daher den Namen Gas vinoſum. **Boyle** machte unter andern zahlreichen Erfahrungen über die aus den Körpern entwickelten luftförmigen Stoffe, auch dieſe, daß geſtoßene und in deſtillirten Weineſſig geſchüttete Korallen und Auſterſchalen Luft erzeugten, die er **künſtliche Luft** (factitious air) nannte, und worüber er ſeine Verſuche ſchon am 15ten Märzt 1664 derjenigen Geſellſchaft von Gelehrten vorlegte, aus welcher bald darauf die königliche Societät zu London entſtand. Man nahm ſie damals, ſo wie andere von **Boyle** entwickelte Gasarten, für gemeine Luft, welche ihre Elaſticität verlohren habe, und ſich als Element in der Grundmiſchung der Körper befinde. Es iſt zu verwundern, daß man ſo lange Zeit angeſtanden hat, dieſen Gegenſtand genauer zu unterſuchen.

Erſt im Jahre 1756 ſetzte D. **Black** in Edinburgh die von Boyle angefangenen Verſuche fort, und fand, daß ſich eben die Luft, welche jener erhalten hatte, aus allen kalkartigen oder laugenartigen Körpern hervorbringen ließ. Er nannte ſie **fixe Luft**, weil ſie vor ihrer Entwickelung in den Körpern **feſtgehalten** oder gebunden war, und man damals noch nicht ſo beſtimmt wußte, daß ſich außer ihr noch ſo viele andere vorher ebenfalls gebundene Gasarten freymachen ließen.

Prieſtley, der durch ſeine Erfahrungen die weſentliche Verſchiedenheit der mehrern Luftgattungen genauer beſtimmte, ließ dennoch denjenigen, die man ſchon vor ihm gekannt hatte, ihre alten Namen, behielt alſo auch für dieſe den Namen der **fixen Luft** bey, obgleich derſelbe viel zu allge-

mein iſt, und allen Gasarten zukömmt. Die Alten (Virgil. Aen. VII. v. 84. Perſ. Sat. III. v. 99.) nannten die ſchwefelartigen Schwaden in der Atmoſphäre Mephites; daher man theils allen nicht reſpirablen Gasarten mit **Prieſtley** den Namen der **mephitiſchen** beygelegt, theils auch die hier beſchriebne beſondere Gattung mit **Macquer** das **mephitiſche Gas** genannt hat. Die ſchicklichſte unter allen iſt die von **Bergmann** gewählte Benennung der **Luftſäure**, da dieſe Gattung ohne Zweifel eine eigne Säure in Luftgeſtalt iſt.

Man erhält das mephitiſche Gas aus den milden alkaliſchen Erden und Salzen durch aufgegoßne Säuren, und durch Feuer; man bekömmt es auch aus den in der Weingährung befindlichen Körpern. Die leichteſte Methode iſt, ſich der Taf. X. Fig. 35. vorgeſtellten Vorrichtung ſo zu bedienen, wie es bey dem Worte: **Gas, brennbares**, angezeigt worden iſt, nur daß in die Flaſche FG, Kreide oder geſtoßner Marmor gethan, und Vitriolöl mit 4—5mal ſo viel Waſſer verdünnt aufgegoſſen wird. Es entſteht hiebey ein ſtarkes Aufbrauſen, und die häufig entwickelte Luftſäure geht durch das gebogne Rohr und durch das Waſſer im umgeſtürzten Cylinder in den obern Raum des letztern bey K über. Man kan aber auch anſtatt des Marmors oder der alkaliſchen Erden ein jedes der drey Laugenſalze, und ſtatt des Vitriolöls eben ſowohl Salzgeiſt, Scheidewaſſer oder jede andere Säure gebrauchen. Die erhaltene fixe Luft iſt in allen dieſen Fällen immer einerley und hat eben dieſelben Eigenſchaften.

Durch die Wirkung des Feuers erhält man dieſes Gas aus den Kalkerden, wenn man ſie in einer gläſernen Retorte im Sandbade, oder in einer irdenen Retorte unmittelbar der Hitze ausſetzt. Metallne Gefäße oder Flintenläufe darf man hiezu nicht gebrauchen, weil aus ihnen Phlogiſton mit übergeht. Ueberhaupt geben faſt alle Materien, die man dem Feuer ausſetzt, unter andern Gasarten, welche ſich daraus entwickeln, auch etwas fixe Luft; vorzüglich aber die alkaliſchen Subſtanzen.

Nach **Cavendiſh** (Phil. Transact. 1776.) enthält der Marmor $\frac{407}{1000}$ ſeines Gewichts, die Weinſteinkryſtallen $\frac{428}{1000}$ des ihrigen, und der flüchtige Salmiak $\frac{528}{1000}$ des ſeinigen, fixe Luft; nach **Bergmann** (De acido aëreo, Sect. VII) das Weinſteinſalz $\frac{32}{100}$; nach **Jacquin** (Examen doctrinae Mayerianae de acido pingui) der Kalkrahm $\frac{11}{32}$ ſeines Gewichts. **Boyle, Boerhaave** und **Hales** haben ſchon die bey verſchiedenen ähnlichen Proceſſen entbundenen Quantitäten des luftförmigen Stofs beſtimmt angegeben; da ſie aber die unterſcheidenden Kennzeichen der Luftſäure nicht kannten, ſo kan man nicht wiſſen, ob dieſe Quantitäten ganz aus Luftſäure beſtanden haben.

Auch wird bey jeder Verbrennung, nur die des Schwefels und der Metalle ausgenommen, fixe Luft entwickelt. Ein Licht, das unter einer in Kalkwaſſer umgeſtürzten Glocke brennt, ſchlägt ſogleich den Kalk nieder, welches ein unfehlbares Kennzeichen einer Gegenwart der Luftſäure iſt. Bey der Verkalkung der Metalle zeigt ſich keine fixe Luft, bey der Reduction der Kalke aber kömmt nebſt der dephlogiſtiſirten Luft immer auch etwas fixe und bisweilen lauter fixe zum Vorſchein.

Man kan endlich auch durch die Gährung dieſe Gasart erhalten. **Prieſtley** bediente ſich dieſes Mittels bey ſeinen erſten Verſuchen in einem nahe bey ſeiner Wohnung gelegenen Brauhauſe. Ueber dem Gebäude, wenn es auf der Kufe in Gährung tritt, befindet ſich gemeiniglich eine 9 — 12 Zoll (nach dem **Duc de Chaulnes** oft auf 4 Schuh) hohe Schicht fixer Luft, in die man nur eine Flaſche mit aufwärts gekehrter Oefnung hängen darf. Die fixe Luft ſenkt ſich durch ihre Schwere von ſelbſt in die Flaſche hinein, und treibt die leichtere gemeine Luft aus der Oefnung derſelben heraus. Man kan auch einen mit Waſſer gefüllten und in Waſſer umgeſtürzten Glascylinder nahe an das Bier ſelbſt (wo die fixe Luft am reinſten iſt) bringen, und durch Aufheben des Cylinders Blaſen von derſelben in ihn aufſteigen laſſen.

Von Natur findet ſich die fixe Luft in Gruben, Höhlen Brunnen und andern Plätzen, denen der Luftzug mangelt,

wo ſie durch eine natürliche Gährung oder Verbrennung, z. B. in der Nachbarſchaft der Vulkane, Kieſe u. dgl. entſtehen kan. Schon ſeit mehrern Jahrhunderten kennt man die **Hundsgrotte** (Grotta del cane) bey Neapel wegen der auf ihrem Boden ruhenden Schicht von fixer Luft, welche aus den Spalten der Erde hervordringt. Nahe am Boden dieſer Grotte ſterben die Thiere unter heftigen Zuckungen, oder werden wenigſtens auf einige Zeit der Empfindung beraubt, und die hineingebrachten Fackeln und Lichter verlöſchen. Der Dampf der Kerzen verbreitet ſich in der etwa 14 Zoll hohen Schicht über dem Boden, und ſinkt, wenn man ihn zur Höhle hinaustreibt, in der gemeinen Luft nieder, in der ſonſt der Rauch in die Höhe ſteiget. Der Boden um dieſe Grotte hat viele warme Quellen, Ausbrüche von Rauch ꝛc., und ſehr nahe dabey iſt die bekannte Solfatara, eine ganz ſchweflichte und ſtets dampfende Gegend. Die böſen Wetter der Bergwerke löſchen die Grubenlichter aus, und erſticken bisweilen die Arbeiter, die ihnen zu nahe kommen. Sie legen ſich auf den Boden oder auf das Liegende, ſo wie die brennbaren Dämpfe am Hangenden ſchweben. Von eben dieſer Art ſind die erſtickenden Schwaden in den Kellern, wo Bier oder Moſt gährt.

In den Geſundbrunnen befindet ſich viel fixe Luft, ſ. **Geſundbrunnen**, welche oft auch als eine Schicht über der Oberfläche ihrer Quellen ſchwebet. Sie giebt ſowohl ihnen, als den abgegohrnen Liquoren, welche noch immer viel fixe Luft enthalten, den angenehmen ſtechenden Geſchmack; daher man ſchale Biere oder Weine durch zugeſetzte fixe Luft oder durch Vermiſchung mit jungem gährendem Biere oder Moſte wieder herſtellen kan. Darauf gründet ſich auch die Verbeſſerung des ſauren Biers durch Kreide, die die Säure abſorbirt, und durch ihre frey werdende fixe Luft den Geſchmack wieder erhebt.

Endlich macht auch die fixe Luft einen Beſtandtheil der Atmoſphäre aus, der jedoch vielleicht nur zufällig iſt, und insgemein etwa $\frac{1}{10}$ des Ganzen beträgt; ſo wie ſie ſich auch in der Luft, die wir ausathmen, in ziemlicher Menge findet.

Die fixe Luft iſt nach **Bergmann** im Verhältniſſe 3 : 2, nach **Lavoiſier** im Verhältniſſe 561 : 455, ſpecifiſch ſchwerer, als die atmoſphäriſche, und ſinkt daher in der Leztern zu Boden. Dies giebt Gelegenheit zu ſehr artigen Verſuchen, dergleichen der **Dúc de Chaulnes** (Mém. des Sav. étrangers 1778.) vor der Pariſer Akademie angeſtellt hat. Man kann nemlich die unſichtbare fixe Luſt aus einem Gefäße in ein anderes, wie Waſſer oder wie jedes ſichtbare Fluidum, ausgießen, und dadurch ein Licht auslöſchen, eine Maus tödten u. ſ. w. Man gießt dem Augenſcheine nach Nichts aus einem Becher, worinn Nichts iſt, in einen andern, worinn auch Nichts iſt, mit vieler Vorſicht, Nichts zu verſchütten, und kan doch dadurch Thiere tödten, Lichter auslöſchen, Salze kryſtalliſiren u. dgl Will man die fixe Luft ſichtbar machen, ſo darf man nur den Dampf einer Kerze hineingehen laſſen, den ſie in ſich behält. Alsdann ſieht man die glatte Oberfläche, an der ſie ſich von der gemeinen Luft über ihr ſcheidet, und welche wellenförmig wird, wenn man darauf bläſet. Treibt man dieſen in fixer Luft ſchwebenden Dampf über den Rand des Gefäßes hinaus, ſo läuft er an den Seiten hinunter.

Dieſe Gasart löſcht das Feuer ſchnell aus, und zieht den Dampf der Kerzen ſtark an ſich. Sie iſt untauglich zum Athmen, und Thiere können darinn nicht fortleben. Die warmblütigen ſterben am ſchnellſten, ſpäter die Amphibien, die Inſecten werden nur halb getödtet, die Irritabilität wird ſchnell vernichtet, und das noch warme Herz eines ſo getödteten Thiers zeigt keine Bewegung mehr.

Die fixe Luft wird vom kalten Waſſer völlig eingeſchluckt, jedoch nicht ſo ſchnell, daß man ſie nicht mit Waſſer in Gefäße einſchließen und eine Zeitlang darinn aufbewahren könnte. Nach **Bergmann** verſchluckt das Waſſer bey 41 Grad Temperatur nach Fahrenheit etwas mehr davon, als ſein eigen Volumen austrägt; bey 50 Grad Temperatur kaum ein gleiches Volumen, und ſo immer weniger, je heißer es iſt. Ganz heißes Waſſer nimmt gar keine fixe Luft in ſich; man kan daher dieſe Luft durch Kochen, aber auch durch die Luftpumpe und durchs Gefrieren, wieder aus

dem Waſſer treiben. Das Schütteln befördert die Auflöſung der Luftſäure im Waſſer. Es bleibt aber dabey allezeit ein Rückſtand übrig, den das Waſſer nicht auflöſet, und der aus verdorbner oder phlogiſtiſirter Luft beſteht. Durch die Imprägnation des Waſſers mit fixer Luft entſteht das **künſtliche Sauerwaſſer**, oder **luftſäurehaltige Waſſer** (aqua aërata), das die Sauerbrunnen nachahmt, von deſſen Bereitung man den Artikel: **Parkeriſche Maſchine** nachſehen kan.

Die fixe Luft iſt eine wahre **Säure**. Sie färbt nach **Bergmanns** genauen Verſuchen (Schwed. Abhdl. v. 1773 und De acido aëreo, §. VI.) die Lakmustinktur roth, ändert aber, weil ſie ſehr ſchwach iſt, die Farbe des Veilchenſyrups nicht, wodurch **Prieſtley** anfänglich bewogen ward, ihre ſaure Natur in Zweifel zu ziehen. Allein ſie giebt doch dem Veilchenſyrup, wenn ihn Laugenſalze grün gefärbt haben, ſeine blaue Farbe wieder; und überdies beweiſet der ſaure Geſchmack des mit ihr imprägnirten Waſſers, und ihr Verhalten gegen die Laugenſalze und Erden zur Gnüge, daß ſie eine wahre Säure ſey. Nach Herrn **Achards** Verſuchen (Chym. phyſ. Schriften, S. 37. u. f.) können auch in dem mit ihr imprägnirten Waſſer alle Metalle aufgelöſet werden; das Eiſen löſet ſich darinn ſehr leicht auf.

Die Pflanzen gedeihen nach **Prieſtley's** Verſuchen nicht in ihr, ob ſie gleich, wie **D. Ingenhouß** (Verſuche mit Pflanzen ꝛc.) gezeigt hat, im luftſauren Waſſer ſehr gut vegetiren, und die Säure aus demſelben in ſich nehmen.

Die Erſcheinungen, welche die Kalkerden und Laugenſalze bey ihrer Verbindung mit der Luftſäure zeigen, ſind ſo merkwürdig, und für die chymiſchen Unterſuchungen ſo wichtig, daß ſie umſtändlich angeführt zu werden verdienen. I. Wenn Kalkerden und Laugenſalze in ihrem gewöhnlichen Zuſtande mit Säuren vermiſcht werden, ſo entſteht ein Aufbrauſen, und es wird dadurch eine große Menge Luftſäure entwickelt. II. Die Kalkerden und Laugenſalze halten ſonſt die fixe Luft ſehr feſt an ſich. Es gehört z. B. ein ſtarkes Feuer dazu, dieſe Luftgattung aus der Magneſia zu treiben; und Kalkerden, aus denen man ſchon eine

Menge davon durchs Feuer entwickelt hat, geben immer noch mehr, wenn man Säuren darauf gießt. Die Säuren aber treiben auf einmal alle fixe Luft heraus. III. Die ſonſt im Waſſer unauflöslichen Kalkerden löſen ſich darinn auf, ſobald ſie ihre fixe Luft verlohren haben. So iſt der Kalkſtein oder **rohe Kalk** im Waſſer unauflöslich; hingegen der **lebendige**, d. i. ſeiner fixen Luft beraubte Kalk löſet ſich darinn auf und giebt dadurch das ſogenannte **Kalkwaſſer**. Setzt man dieſe Subſtanzen wieder in Stand, fixe Luft anzunehmen, ſo verlieren ſie die Auflöslichkeit im Waſſer aufs neue. Wird z. B. Kalkwaſſer der fixen Luft ausgeſetzt, ſo abſorbirt der Kalk dieſe Luft, ſchlägt ſich dadurch aus dem Waſſer nieder, und macht das vorher helle Kalkwaſſer trüb. Dieſer Niederſchlag iſt wiederum **roher Kalk**. Vermiſcht man das Kalkwaſſer mit Weingeiſt, ſo ſchlägt dieſer zwar auch den Kalk nieder, aber dieſes Präcipitat iſt noch **lebendiger Kalk**: denn hier iſt der Niederſchlag durch Verbindung des Weingeiſts mit dem Waſſer geſchehen, und keine fixe Luft hinzugekommen. IV. Die Laugenſalze werden, wenn ſie ihre fixe Luft verlieren, kräftigere Auflöſungsmittel und weit mehr **kauſtiſch**, aber unfähig zur Kryſtalliſation und zum Aufbrauſen mit Säuren. Giebt man ihnen aber, ſo wie den kauſtiſchen Erden, ihre fixe Luft wieder, ſo werden ſie **mild**, brauſen mit den Säuren, werden ſchwerer, der Kryſtalliſation fähig u. ſ. w. Daher ſchießt z. B. das Weinſteinöl, ſo bald man fixe Luft dazu bringt, in Kryſtallen an.

Dies ſind Entdeckungen eines ſcharfſinnigen Naturforſchers, des D. **Black** in Edinburgh (Exp. on Magneſia alba etc. in den Eſſays and obſervations read before a Society in Edinburgh, Vol. II. p. 157.), welcher die Benennungen der milden und kauſtiſchen Laugenſalze zuerſt einführte, und auf ſeine Erfahrungen eine ſinnreiche Theorie baute, ſ. **Kauſticität**. Eben derſelbe hat auch zuerſt bemerkt, daß, wenn man die Metalle aus ihren Auflöſungen in Säuren durch ein mildes Alkali oder durch eine Kalkerde niederſchlägt, ſich die fixe Luft von dem Alkali trenne und mit dem Niederſchlage verbinde.

Dieſe und andere Erſcheinungen, welche keiner andern Säure, außer der fixen Luft zukommen, machen, daß man dieſe Luftgattung mit **Bergmann** für eine eigne Säure (acidum ſui generis), die ſich von allen übrigen unterſcheidet, halten muß. Als D. **Prieſtley** zuerſt anfieng, die Lehre von den Luftgattungen aufzuklären, glaubten einige, der ſaure Geſchmack des mit fixer Luft imprägnirten Waſſers komme von einem Theile der **Vitriolſäure** her, welche man zur Entwicklung der Luft gebraucht habe, und von welcher etwas mit in dieſelbe übergegangen ſey. Aber der Geſchmack des luftſauren Waſſers, der von dem Geſchmacke des mit Vitriolſäure tingirten ganz verſchieden iſt, und die Verſuche mit fixer Luft, welche durch Feuer aus der edinburgiſchen Magneſia ohne alle Vitriolſäure gezogen war, und dennoch dem Waſſer eben dieſen Geſchmack gab, auch die Lakmustinktur röthete, widerlegten dieſes Vorgeben bald. **Bewley** bewieß auch durch entſcheidende Verſuche (**Prieſtley** Verſuche und Beob. B. II. im Anhange Num. 1.), daß dieſe Säure der fixen Luft nicht blos **beygemiſcht** ſey, weil alkaliſche Auflöſungen aus dieſer Luft nicht blos den ſauren Theil hinwegnahmen, ſondern die ganze Luft einſchluckten. Auch war alle Mühe, ſie mit irgend einer der bekannten Säuren zu vergleichen, vergeblich, und **Bewley** ſahe ſich genöthiget, ſie mit Bergmann für eine beſondere Säure zu erklären, daher er ihr denn auch den eignen Namen der **mephitiſchen Säure** beylegte.

Andere, z. B. **Sage**, haben dieſe Luftſäure für eine **Salzſäure** halten wollen, welche durch die Digeſtion über Sand mit Oel getränkt flüchtig geworden ſey. Allein der **Duc de Chaulnes** und Herr **Achard** (Chym. phyſik. Schriften, S. 305 — 328.) haben bewieſen, daß die nach Sage's Art behandelte Salzſäure faſt in keiner Eigenſchaft mit der Luftſäure übereinſtimme.

Viele Chymiſten, unter andern **Macquer**, ſind geneigt, die fixe Luft für eine aus reiner Luft und Feuermaterie oder Phlogiſton zuſammengeſetzte Subſtanz zu erklären, ſo daß die phlogiſtiſirte Luft gleichſam zwiſchen der reinen und der fixen oder vollkommen mephitiſchen das Mittel hal-

ten ſoll. Sie führen zum Beweiſe an, daß ſich die im Waſſer geſchüttelte fixe Luft zuerſt der phlogiſtiſirten nähere, endlich aber der Natur der reinen Luft nahe komme. **Prieſtley** hingegen hat im vierten Bande ſeiner Verſuche (Sect. XXXIX. no. 9.) dieſer Behauptung mit Recht widerſprochen, und geäußert, daß man eher die fixe Luft für das Mittel zwiſchen phlogiſtiſirter und reiner erklären könne. Eine blos durch Brennbares verdorbne Luft, ſagt er, zeigt keine Eigenſchaften einer Säure, iſt leichter als reine Luft, und verbindet ſich nicht gern mit dem Waſſer; die fixe Luft hingegen hat gerade die entgegengeſetzten Eigenſchaften. Auch kan man nie phlogiſtiſirte Luft durch mehrern Zuſatz von Brennbarem in fixe verwandeln.

Scheele (Von Luft und Feuer, §. 93.) kehrt dieſe Stufenleiter ganz um, erklärt die Luftſäure für leer von Phlogiſton, die verdorbene Luft für phlogiſtiſch, und die Feuerluft für eine mit Phlogiſton geſättigte Luftſäure. Er gründet dies hauptſächlich auf den falſchen Wahn, daß die brennbare Luft durchs Athmen vom Phlogiſton befreyt werde, daß alſo beym Athmen Phlogiſton in den Körper komme. Da nun beym Ausathmen Luftſäure mit ausgehet, ſo ſollte dieſelbe eine ganz vom Brennbaren befreyte Luft ſeyn. Wenn aber die durchs Ausathmen verdorbne Luft gleiche Eigenſchaften mit der hat, die durch Verbrennung und Fäulniß verdorben iſt, ſo muß ſie wohl auch auf einerley Art mit der letztern, d. i. durch Annehmung, nicht durch Entziehung des Brennbaren, verdorben worden ſeyn.

Fontana (Phyſiſche Unterſ. über die Natur der Salpeterluft, der vom Brennbaren beraubten und der fixen Luft, Wien, 1777. 8.) tritt **Macquers** Meynung bey, und führt noch als einen neuen Beweis an, wenn man Metallkalke ohne Zuſatz von Phlogiſton in verſchloſſenen Gefäßen dem Feuer ausſetze, ſo erhalte man bald fixe, bald phlogiſtiſirte, bald reine Luft; nehme man aber Phlogiſton hinzu, ſo erzeuge ſich bey der Reduction blos fixe Luft. Eben dies hat **Lavoiſier** (Mém. de Paris 1775 und in **Crells** chem. Journal, Th. V. S. 125 — 132.) noch durch mehrere Verſuche zu beſtätigen geſucht, ob er gleich, da er kein Phlo-

giſton annimmt, ſich anders hierüber ausdrückt, und die Erzeugung aus Entziehung der reinen Luft herleitet. Ueberhaupt wird man bey allen phlogiſtiſchen Proceſſen fixe Luft, mehr oder weniger, finden; und die Frage iſt eigentlich: Ob dieſelbe durch **Verbindung** der reinen Luft mit dem Phlogiſton **erzeugt**, oder ob ſie aus der gemeinen Luft durch das Phlogiſton vermittelſt einer **Zerſetzung niedergeſchlagen** werde. **Macquer, Fontana** und **Lavoiſier** nehmen das Erſtere oder die Erzeugung, **Prieſtley** das letztere oder den Niederſchlag an, welches darum wahrſcheinlicher iſt, weil es die oben angeführten Gründe für ſich hat, die Verſuche mit den Metallkalken aber ſich auf beyderley Art erklären laſſen. Seitdem die eigne ſaure Natur der fixen Luft außer Zweifel geſetzt iſt, fällt es auch ſehr ſchwer, ſich dieſelbe als eine phlogiſtiſirte Luft vorzuſtellen.

Nach **Prieſtley's** letztern Vermuthungen (Exp. and Obſ. Vol. IV. Sect. XXXV. no. I. p. 388.) ſoll die fixe Luft eine **zubereitete** (factitious) Subſtanz, eine Modification der Vitriol- und Salpeterſäure ſeyn, weil er aus dem Weingeiſte, einer Materie, die nach ihm offenbar keine fixe Luft enthält, durch Deſtillation mit dieſen beyden Säuren dennoch fixe Luft ziehen konnte. Es fließen aber in ſeine Schlüſſe willkührliche Vorausſetzungen ein, und die Reinigkeit der Säure, ſo wie die Beſchaffenheit der erhaltenen Luft, müßte bey ſo feinen Verſuchen, als dieſe ſind, erſt noch ſorgfältiger geprüft werden.

Man wird aus dem Bisherigen leicht ſehen, daß es noch zu frühzeitig iſt, über das Weſen und den eigentlichen Urſprung der Luftſäure völlig zu entſcheiden. Entweder macht ſie als eine eigne Säure einen Grundbeſtandtheil der reinen und alſo auch der gemeinen Luft aus, und wird durch das Phlogiſton aus derſelben niedergeſchlagen, oder ſie iſt ſelbſt aus höchſt reiner Luft und Phlogiſton zuſammengeſetzt. Die neuſten Muthmaßungen, daß das Waſſer aus brennbarer und reiner Luft beſtehe, daß die brennbare Luft das Phlogiſton ſelbſt, und die reinſte Luft ein Waſſer in Luftgeſtalt ſey, (ſ. **Gas, dephlogiſtiſirtes; Gas, brennbares; Waſſer**) ſcheinen doch mit der erſtern Hypotheſe beſſer, als

mit der leztern übereinzuſtimmen. Nach der erſtern wäre die Luftſäure ein Beſtandtheil der reinen vom Phlogiſton ganz leeren Luft, würde durchs Brennbare daraus geſchieden, und die reine Luft, wenn ſie durch die allzu große Menge des Phlogiſtons zugleich ihr gebundenes Feuer verlöhre, erzeugte Waſſer: nach der leztern aber wären Waſſer und Luftſäure aus einerley Beſtandtheilen, nemlich aus reiner Luft und Phlogiſton, zuſammengeſezt, welches doch kaum anzunehmen ſeyn möchte.

Fontana (Journal de phyſique 1778.) ſucht alle thieriſche und vegetabiliſche Säuren blos von der in den Körpern enthaltenen großen Menge von fixer Luft herzuleiten. Seine Verſuche zeigen wenigſtens, daß ſehr viele Subſtanzen des Thier- und Pflanzenreichs ihre Säure verlieren, wenn man ihnen die fixe Luft nimmt, und daß ſie bey jedem Verluſt der Säure fixe Luft geben. Dadurch wird es auch zweifelhaft, ob bey der Verbrennung die fixe Luft aus der Atmoſphäre oder aus dem brennenden Körper komme.

Die Anwendungen, welche man von den neuern Entdeckungen über die Luftſäure gemacht hat, beſtehen außer der Nachahmung der Sauerbrunnen (ſ. **Geſundbrunnen, Parkeriſche Maſchine**) hauptſächlich in ihrem Gebrauche bey faulen Krankheiten, z. B. Scorbut, Krebsſchäden, Geſchwüren, böſen Hälſen, bösartigen Pocken, Faulfiebern, Blaſenſteinen und andern ſteinichten Concretionen. Sie gründen ſich theils auf die fäulnißwidrige, theils auf die auflöſende Eigenſchaft dieſer Luftgattung. Die erſte iſt ſo groß, daß man das Fleiſch und die Früchte in ihr ſehr lange Zeit vor der Fäulniß bewahren kan. Sie wird an den Körper entweder äußerlich angebracht, indem man ſie aus einer Blaſe durch die Oefnung eines trichterförmigen gläſernen Gefäßes ausdrückt und an den leidenden Theil ſtrömen läßt, oder ſie wird innerlich als ein Klyſtir gegeben, wobey man keine Aufblähung fürchten darf, weil ſie von den Säften des Körpers ſehr leicht abſorbirt wird. Bewley räth auch das mit fixer Luft imprägnirte feuerfeſte Laugenſalz als ein ſehr brauchbares Arzneymittel an; und D. **Hulme** ſchreibt vor, eine laugenartige Mixtur und gleich dar-

auf ſehr verdünnten Vitriolgeiſt zu nehmen, damit die Luftſäure im Körper ſelbſt entwickelt werde. Dieſe Mittel und der Gebrauch der künſtlichen Sauerbrunnen ſind bey äußerlichen und innern faulen Schäden und Krankheiten ſehr zu empfehlen. D. **Warren** (in *Prieſtley's* Exp. and Obſ. Vol. II. p. 377.), **Percival** (Medical Eſſays) und **Dobſon** (Medical Commentary on fixed air), führen viele Beyſpiele glücklich verrichteter Heilungen von dieſer Art an.

Was den Blaſenſtein betrift, ſo hat **Prieſtley** erwieſen, daß die fixe Luft, die ſich aus den Speiſen entwickelt, durch den Urin abgeführt werde, aus dem ſich durch die Hitze fixe Luft entbindet und dabey einen kalkartigen Bodenſatz bewirkt, woraus er ſehr richtig ſchloß, daß dieſe Gasart, durch das Trinken des damit imprägnirten Waſſers den Blaſenſtein auflöſen könnte, welches auch D. **Percival** (*Prieſtley's* Exp. and Obſ. Vol. II. Append. no. 2.) durch die Erfahrung beſtätiget fand.

Gas, nitröſes, ſ. Gas, ſalpeterartiges.

Gas, phlogiſtiſirtes, phlogiſtiſirte oder **phlogiſtiſche Luft, verdorbne Luft** (Scheele), **unreine Luft, Stickluft,** Gas phlogiſticatum, Aër phlogiſticatus, vitiatus, Mephitis aëris phlogiſtica, *Gas ou Air phlogiſtique.* Diejenige nicht reſpirable und mit Waſſer nicht miſchbare Gasart, in welche ſich die gemeine Luft durch jeden phlogiſtiſchen Proceß verwandelt. Man nennt nemlich einen **phlogiſtiſchen Proceß** jedes Verfahren der Natur oder Kunſt, wobey das vorher in den Körpern gebundene Phlogiſton frey gemacht und mit der Luft verbunden wird, z. B. die Verbrennung, Fäulniß, das Athmen, u. dgl. Es war zwar längſt vor **Prieſtley** bekannt, daß die Luft durch dergleichen Vorgänge vermindert und verdorben werde; inzwiſchen haben wir doch dieſem verdienſtvollen Naturforſcher die genauere Kenntniß der phlogiſtiſirten Luft einzig und allein zu verdanken.

Man kan die Wirkungen des Phlogiſtiſirens am leichtſten bey der **Verbrennung** bemerken. Man ſetze z. B. eine brennende Kerze auf einem Leuchter in eine Schüſſel

mit Waſſer AGHB, Taf. X. Fig. 37. und ſtürze die umgekehrte gläſerne Glocke FGEH darüber, in der das Waſſer inwendig bey IK eben ſo hoch, als auswendig in der Schüſſel, ſtehen wird. Binnen wenig Minuten wird die Lichtflamme allmählig immer ſchwächer werden, und endlich verlöſchen; das Waſſer im Cylinder aber wird dabey immer höher hinaufſteigen, und endlich bey CD ſtehen bleiben. Dies beweiſet, daß die Luft über dem Waſſer verdorben, und zu fernerer Unterhaltung des Feuers untauglich geworden ſey, und daß ſich zugleich ihr anfängliches Volumen FEKI bis auf die Größe FEDC zuſammengezogen oder vermindert habe.

Um die Größe dieſer Verminderung genau zu meſſen, muß man ſich eines Cylinders bedienen, welcher oben bey FE mit einem Glasſtöpſel verſchloſſen werden kan. Auf ein in der Schüſſel ſtehendes Fußgeſtell legt man dann etwas Kunkelſchen Phoſphorus, ſtürzt den Cylinder offen darüber, verſtopft ihn alsdann erſt genau, und bemerkt ſich durch ein Zeichen, die Stelle des Cylinders, an welcher die Waſſerfläche ſteht. Hierauf zündet man den Phoſphorus durch ein Brennglas an; er bricht in eine ſtarke Flamme aus, und verbrennt mit vielem weißen Dampfe. Anfangs wird zwar das Waſſer von der erhitzten Luft heruntergedrückt, bald aber ſteigt es wieder, und ſteht nach dem Verlöſchen des Phoſphorus weit höher, als das bemerkte Zeichen. So hat man gefunden, daß durch jeden Gran des verbrannten Phoſphorus 3 Cubikzoll atmoſphäriſche Luft verlohren gehen, und daß überhaupt die gemeine Luft höchſtens um ihren vierten Theil vermindert werden kan. Ueber dieſe Verminderung hat man ſchon Verſuche von **Mayow** und **Hales**; die neuern aber ſind von **Prieſtley** (Exp. and Obſ. Vol. I.) und **Lavoiſier** (Opuſc. phyſiques et chym. à Paris 1774. 8. p. 374.) angeſtellt worden.

Die verminderte Luft ſelbſt iſt ſpecifiſch leichter, als die gemeine, vermiſcht ſich mit dieſer leicht, mit dem Waſſer aber gar nicht. Sie färbt die Lakmustinctur nicht, trübt auch das Kalkwaſſer nicht. Thiere ſterben und Lichter verlöſchen ſchnell in ihr; die Pflanzen aber gedeihen in derſel-

ben, benehmen ihr die ſchlimmen Eigenſchaften, und machen ſie der reinen Luft ähnlicher. Sie heißt **durch Verbrennung phlogiſtiſirte Luft.** Bey genauerer Unterſuchung findet man allezeit etwas **fixe Luft** dabey, von der es ungewiß iſt, ob ſie aus dem brennenden Körper oder aus der gemeinen Luft gekommen, ingleichen, ob ſie ſchon vorher vorhanden geweſen, oder durch die Verbrennung erſt entſtanden ſey.

Ein anderer phlogiſtiſcher Proceß iſt das **Athmen** der Thiere, ſ. **Athmen.** Wenn man eine Maus, Taube ꝛc. in ein verſchloßnes in Waſſer umgeſtürztes Gefäß ſetzt, ſo lebt das Thier nur noch eine kurze Zeit, deren Dauer ſich nach der Menge der eingeſchloßnen Luft richtet, und ſtirbt endlich unter Zuckungen und Beklemmung. Die Luft wird dabey ebenfalls bisweilen um $\frac{1}{7}$ oder $\frac{1}{8}$ vermindert, und wenn man in dieſe verdorbene Luft ein anderes Thier bringt, ſo ſtirbt es darinn augenblicklich. Dieſe verdorbene Luft löſcht die Lichter aus, hat alle Kennzeichen der durch Verbrennung phlogiſtiſirten Luft, und führt fixe Luft in ziemlicher Menge bey ſich. Die Verminderung der Luft durch das Athmen hat **Boyle** zuerſt bemerkt.

In der durchs Athmen phlogiſtiſirten Luft leben die Thiere etwas länger, wenn ſie ſich im obern Theile der Glocke aufhalten. Die Urſache mag wohl in der dabey erzeugten fixen Luft liegen, welche ſich auf den Boden ſenkt, und dadurch dieſe Gegend noch ſchädlicher für das thieriſche Leben macht. Die Inſecten aber können in der durch Athmen oder Fäulniß verdorbnen Luft wohl leben.

Auch die Verkalkung der Metalle gehört zu den phlogiſtiſchen Proceſſen, ſ. **Verkalkung.** Sie kan ohne Zutritt der gemeinen Luft nicht bewirkt werden, und eine gegebne Menge Luft reicht blos zu, eine beſtimmte Quantität Metall in Kalk zu verwandeln. Die übrigbleibende verminderte Luft hat alle oben angeführte Kennzeichen der phlogiſtiſirten, führt aber wenig oder gar keine fixe Luft bey ſich, welches den D. **Prieſtley** auf die Vermuthung brachte, daß die fixe Luft in die Kalke übergehe und die Urſache der Vermehrung ihres Gewichts ſey. **Lavoiſier** (Opuſc. phyſ.

et chym. P. II. ch. 5.) hat es durch die entſcheidendſten Verſuche außer Zweifel geſetzt, daß bey der Verkalkung der Metalle elaſtiſche Materie eingeſogen werde, und bey der Reduction wieder herausgehe. Dieſe eingeſogne Luft ſcheint aber nach dem, was bey dem Worte: **Gas, dephlogiſtiſirtes**, angeführt worden iſt, eher dephlogiſtiſirte, als fixe Luft zu ſeyn.

Außer den angeführten phlogiſtiſchen Proceſſen wird auch die Luft durch Schwefel, durch Kalk und Waſſer, durch Kalk und Salmiak, durch Kalk und Säuren, durch Eiſen mit flüchtigem Alkali, durch Kupfer mit flüchtigem Alkali, durch Bley mit Weineſſig, durch Schwefelleber und andere Materien, durch die Vermiſchung mit nitröſer Luft, durch das Abknallen der brennbaren, durch die Fäulniß thieriſcher und vegetabiliſcher Subſtanzen, u. ſ. w. ja ſogar durch darinn geſchütteltes Bley, Schrot oder Vogeldunſt (ſ. **Lichtenbergs** Magazin, B. III. St. I. S. 35. und *Rozier* Journal de phyſique. 1784. Oct.) verdorben, wobey meiſtens zugleich mehr oder weniger fixe Luft erzeugt wird.

Hiebey ſind allezeit **Verminderung** und **Verderbung** der Luft unzertrennlich verbunden, ſo daß ſich auch der Grad der Verminderung, wie der Grad der Verderbung, verhält, wenn nicht beſondere Umſtände Ausnahmen machen, wie z. B. bey den Kohlen, welche im Verlöſchen die Luft einſchlucken, und alſo eine ſtärkere Verminderung verurſachen, als nach dem Grade der Phlogiſtication ſtatt finden ſollte. **Boyle** und die übrigen Naturforſcher des vorigen Jahrhunderts erklärten dieſe Verminderung blos für eine Schwächung der Elaſticität, wobey der gewöhnliche Druck der Atmoſphäre die Luft in einen engern Raum zuſammenpreſſe. Daraus aber würde folgen, daß die verminderte Luft ſpecifiſch ſchwerer, als die gemeine, ſeyn müſſe, da man ſie doch im Gegentheil ſpecifiſch leichter findet.

Es muß alſo die Verminderung des Volumens durch die Phlogiſtication eine andere Urſache haben. Dieſe kan nun entweder darinn liegen, daß ein Theil der Luft von der phlogiſtiſirenden Subſtanz verſchluckt wird, oder darinn, daß durch das Phlogiſton der ſchwere Theil der Luft, d. i.

die fixe Luft, oder die ſchwere Subſtanz, welche in manchen Fällen fixe Luft bildet, niedergeſchlagen wird. Das letztere nahm **Prieſtley** an, ob er gleich ſelbſt (Vol. I. p. 267.) bemerkt, daß es zur Erklärung nicht ganz hinreiche, weil auch ſolche Luftarten, die keine fixe Luft enthalten, durch zugeſetztes Phlogiſton vermindert würden. Die Vergleichung der geringen Menge von niedergeſchlagner Luftſäure mit der Größe der Verminderung ſelbſt giebt auch wohl zu erkennen, daß das Phänomen zwar zum Theil, aber doch nicht ganz aus dieſer Urſache könne hergeleitet werden. **Lavoiſier** hat ſich durch dieſe Schwierigkeiten bewogen gefunden, gar kein Phlogiſton anzunehmen, und die phlogiſtiſchen Proceſſe durch die Zerſetzung der reinen Luft, und die Einſchluckung ihres Grundtheils in die Körper zu erklären, wobey nur der verdorbene Theil der Luft übrig bleibe.

Einige ſind darauf gefallen, dieſe Verminderung des Volumens, welche zugleich mit Verminderung des abſoluten Gewichts begleitet iſt, aus einer angenommenen **abſoluten Leichtigkeit** des Phlogiſtons zu erklären. Aber der Begriff von abſoluter Leichtigkeit ſtreitet wider alle Grundſätze der Phyſik, nach welchen jede Materie ſchwer iſt (ſ. **Gravitation**), und keine Subſtanz gefunden werden kan, die durch ihr Hinzukommen das abſolute Gewicht der Körper **vermindern** könnte. Vielmehr zeigt die Abnahme des Volumens, begleitet mit Abnahme des Gewichts, nothwendig einen Verluſt materieller Theile an.

Die neuſten Unterſuchungen hierüber, welche von **Cavendiſh** angeſtellt, und in den Philoſophiſchen Transactionen vom J. 1784 bekannt gemacht worden ſind (ſ. **Lichtenbergs** Magazin für das Neuſte ꝛc. III. B. 3. St. S. 39. u. f.), ſcheinen es außer Zweifel zu ſetzen, daß die Verminderung beym Phlogiſtiſiren durch die Verwandlung des reinſten Theils der Luft in Waſſer bewirkt werde, wobey nur der unreinere Theil zurückbleibt. Man ſollte dem zu Folge nicht ſagen, die Luft werde phlogiſtiſiret, ſondern vielmehr, ſie werde ihres dephlogiſtiſirten Theils beraubt.

Man findet die Luft auch phlogiſtiſirt, wenn ein elektriſcher Funken zu wiederholtenmalen durch dieſelbe gegan-

gen iſt, ſ. **Gas, atmoſphäriſches. Prieſtley** ſchloß daraus, daß die elektriſche Materie entweder Phlogiſton ſey, oder doch dergleichen enthalte; **Fontana** aber machte durch Verſuche wahrſcheinlich, daß das Phlogiſton aus dem zur Vorrichtung gebrauchten Kütt gekommen ſey. **Cavendiſh** hat endlich bey ſeinen neuſten Verſuchen über die phlogiſtiſirte Luft entſcheidend bewieſen, daß die hiebey entſtehende Verminderung von der aus der phlogiſtiſirten Luft entſtandnen Salpeterſäure bewirkt werde.

Durch Schütteln im Waſſer wird die völlig phlogiſtiſirte Luft ſo weit verbeſſert, daß ſie wieder zum Athmen tauglich iſt, und von der nitröſen Luft vermindert wird, ob ſie gleich noch immer Lichter auslöſchet.

Die Natur der phlogiſtiſirten Luft iſt noch immer ſehr räthſelhaft. Es ſchien anfänglich am natürlichſten, ſie für ein Gemiſch von reiner Luft und Phlogiſton zu erklären; allein die Phänomene, beſonders die ſo merkwürdige Erſcheinung der Verminderung des Volumens und des Gewichts beym Phlogiſtiſiren der reſpirablen Luft, zeigten bald, daß man mit dieſer Erklärung allein nicht ausreiche. Daher haben **Scheele** und **Lavoiſier** die dephlogiſtiſirte und phlogiſtiſirte Luft als zwo vollkommen verſchiedene Subſtanzen, und die gemeine Luft als ein Gemiſch aus beyden angeſehen. Unter dieſer Vorausſetzung läßt ſich die Verminderung aus einer Zerſetzung der reſpirablen Luft, wobey der reinere Theil ſich in Waſſer verwandelt, oder vom phlogiſtiſirenden Körper verſchluckt wird, und blos der unreinere oder irreſpirable Theil übrig bleibt, ſehr wohl erklären.

Die Naturforſcher, welche dieſes Syſtem annahmen, hielten dem zufolge die phlogiſtiſirte Luft für einen einfachen in der gemeinen Luft anzutreffenden Grundſtof. Die neuern Verſuche des Herrn **Cavendiſh** aber (Philoſ. Trans. 1784. und in Lichtenbergs Magazin für das Neuſte ꝛc. B. III. St. 3. S. 39. u. f.) ſcheinen darauf zu führen, daß man dieſe in der Atmoſphäre enthaltene phlogiſtiſirte Luft für eine Zuſammenſetzung aus Salpeterſäure und **Phlogiſton** halten müſſe. Cavendiſh fand nemlich, daß beym Verpuffen brennbarer und dephlogiſtiſirter Luft in verſchloßnen Gefäßen,

das daraus erzeugte Waſſer einen ſauren Geſchmack hatte, und mit firem Alkali geſättigt nach dem Abdampfen einen wahren Salpeter gab. Dies geſchahe auch, wenn gleich zur Bereitung der reinen Luft nicht Salpeterſäure, ſondern Vitriolöl gebraucht worden war. So giebt auch der Salpeter mit Kohlen verpuft, und die Salpeterſäure, wenn ſie in hohem Grade phlogiſtiſirt wird, faſt lauter phlogiſtiſirte Luft.

Cavendiſh verpuffte ferner 18500 Gran-Maaße entzündbare Luft mit 9750 dephlogiſtiſirter aus rothem Präcipitat; bey einem zweyten Verſuche ſetzte er jenem Gemiſche noch 2500 Gran-Maaße Luft zu, die durch Eiſenfeile und Schwefel phlogiſtiſirt worden war. Das entſtandne Waſſer war in beyden Verſuchen ſauer, allein im letztern offenbar weit ſtärker, als im erſtern, daß alſo die phlogiſtiſirte Luft unſtreitig die Säure hergegeben hatte. Endlich fand er bey Fortſetzung der Verſuche, daß aus einem Gemiſche von 7 Theilen dephlogiſtiſirter Luft, die ohne Salpeterſäure bereitet war, und 3 Theilen phlogiſtiſirter, durch den elektriſchen Funken Salpeterſäure erhalten ward, woraus er entſcheidend folgert, daß die in der Atmoſphäre befindliche phlogiſtiſirte Luft nichts anders, als eine mit Phlogiſton geſättigte Salpeterſäure ſey.

Prieſtley findet gegen dieſen letztern Verſuch keine Einwendung zu machen, und erklärt ihn für eine der größten Entdeckungen, die je in Rückſicht auf die Luft gemacht worden ſind. Inzwiſchen geſteht er doch, nicht recht zu wiſſen, wie er ſich die Verſuche erklären ſolle, bey welchen ohne allen Beytritt der Salpeterſäure phlogiſtiſirte Luft zum Vorſchein kömmt, z. B. bey Erhitzung der Holzkohlen und des rothen Präcipitats, bey Zerſetzung der laugenartigen Luft u. ſ. w. Sollte dieſe Luft eben ſo, wie die in der Atmoſphäre, in Salpeterſäure umgeändert werden können, ſo würde uns dieſe Erſcheinung in groſze Verlegenheit ſetzen, und wir würden die Elemente der Salpeterſäure in Körpern finden, worinn wir ſie am wenigſten vermuthet hätten. Vielleicht würde die Schwierigkeit einigermaßen gehoben, wenn man annähme, daß die dephlogiſtiſirte Luft den ſauren

Grundſtof darreiche, die phlogiſtiſirte aber aus der Baſis der Salpeterſäure, d. i. aus dem dephlogiſtiſirten Salpeterdunſte und dem Phlogiſton beſtünde. Doch dies ſind Muthmaßungen, über deren Richtigkeit blos fortgeſetzte Verſuche eine Entſcheidung gewähren können.

Von der Beſtimmung des Grades der Phlogiſtication der Luft ſ. die Worte: **Eudiometer; Gas, atmoſphäriſches.**

Gas, phoſphoriſches, Phoſphorluft, Gas phosphoricum, Mephitis phoſphorica, *Air ou Gas phoſphorique.* **Gengembre** (Mém. de l' Acad. des Sc. à Paris, 1785.) beſchreibt eine Luft, die er bey der Auflöſung des Harnphoſphors in **ätzenden** feuerfeſten Laugenſalzen, auch ſogar, wiewohl nur wenig, in Kalkmilch, erhielt, wenn er dieſe Auflöſung bey gelindem Feuer deſtillirte, und das übergehende über Queckſilber auffieng. Sie riecht, wie faule Fiſche, und unterſcheidet ſich von allen andern brennbaren Luftarten dadurch, daß ſie ſich beym Zutritt zu gemeiner oder dephlogiſtiſirter, nicht ganz kalter Luft, mit einer Exploſion und lebhaftem Lichte **von ſelbſt** entzündet. Alsdann riecht ſie, wie brennender Phoſphorus, und macht das Waſſer, über dem ſie abbrennt, ſauer. Auch der übrige Theil brennt, wenn er angezündet wird. Ihre ſpecifiſche Schwere verhält ſich zu der gemeinen Luft, wie 21 : 10, aber ihre eigentliche Beſchaffenheit iſt noch wenig unterſucht.

Gas, ſalpeterartiges, Salpetergas, ſalpeterartige oder **Salpeterluft, nitröſe Luft,** Gas nitroſum, Aer nitroſus, Mephitis nitri phlogiſtica, *Gas ou Air nitreux.* Diejenige irreſpirable und mit Waſſer nicht miſchbare Gasart, welche man aus den Dämpfen der phlogiſtiſirten Salpeterſäure durch die Wärme und Ausſchlieſſung der gemeinen Luft erhält — ein phlogiſtiſcher Salpeterdampf in Luftgeſtalt.

Schon **van Helmont** (De flatibus, §. 67.) redet von einem Gas, das bey der Auflöſung des Silbers in Scheidewaſſer (chryſulca) aufſteige, und die Gefäße zerſprenge.

Hales (Statical Eſſays, Vol. I. p. 224. II. p. 208. Statik der Gewächſe, Halle, 1747. 8. S. 128. 224.) kannte die Eigenſchaften deſſelben ſchon genauer. Er zog es aus waltoner Kießen mit Scheidewaſſer, und fand, daß es mit gemeiner Luft vermiſcht einen orangefarbnen Dampf darſtellte, und daß dabey ein großer Theil der Luft verſchluckt ward. Dennoch haben die folgenden Chymiſten bis auf **Prieſtley** dieſe merkwürdige Beobachtung ganz überſehen. Dieſer aber, der ſie beym Leſen des **Hales** bemerkt hatte, ſprach darüber im Jahre 1772 mit **Cavendiſh**, welcher äußerte, die Röthe hänge wahrſcheinlich blos vom Salpetergeiſte ab, und man werde dieſe Luft auch aus andern Kießen, und ſelbſt aus Metallen, erhalten können. Hierauf ſtellte Prieſtley den Verſuch wirklich an, ſahe ihn am 4ten Junii 1772 zum Erſtenmale gelingen, und gab der erhaltenen Gasart den Namen **ſalpeterartige Luft** (nitrous air).

Die Salpeterſäure ſteigt, ſobald ſie ſich an der Luft mit dem Brennbaren verbindet, in rothen Dämpfen auf, die vom Waſſer leicht eingeſchluckt und wieder in eine wahre Salpeterſäure verwandelt werden. Dieſe Dämpfe zeigen ſich, ſobald man Scheidewaſſer auf Metalle, oder andere Phlogiſton enthaltende Subſtanzen gießt, und der rauchende Salpetergeiſt ſendet ſie an der Luft von ſelbſt aus. Sobald man aber hiebey den Zugang der Luft abſchneidet, ſo geht zwar die Auflöſung noch immer mit der vorigen Lebhaftigkeit fort, allein die Dämpfe verſchwinden. Statt ihrer ſteigt ein unſichtbares Gas in Blaſen auf, und füllt die dazu beſtimmten im Waſſer umgeſtürzten Gefäße. Je röther die Blaſen beym Aufſteigen noch ſind, je heftiger ſie hervorbrechen, und je mehr ſie im Waſſer Wolken bilden, deſto ſtärker wird die Salpeterluft, die hingegen nur ſchwach iſt, wenn ſie in hellen und durchſichtigen Blaſen hervorbricht. Dies ſind Entdeckungen des Abt **Fontana** (Ricerche fiſiche ſopra l' aria fiſſa etc. Firenze. 1774. Phyſiſche Unterſ. über die Natur der Salpeterluft, der vom Brennbaren beraubten Luft und der fixen Luft, überſ. von **F. X. v. Waſſerberg**, Wien, 1777. 8. S. 11. u. f.).

Die organiſchen Körper des Thier- und Pflanzenreichs geben wegen der vielen Luftſäure, die ſie enthalten, keine reine Salpeterluft. Am beſten dienen alſo dazu die Metalle, vornehmlich Silber, Queckſilber und Kupfer. Das Eiſen giebt ſie zwar häufig und leicht, aber nicht immer von gleicher Güte. Am leichteſten iſt ſie zu erhalten, wenn man ſich der Taf. X. Fig. 35. vorgeſtellten Geräthſchaft bedienet, in die Flaſche FG Kupfer- oder Meſſingſpäne ſchüttet, und darüber ſoviel Waſſer, daß ſie gerade bedeckt werden, mit etwa halb ſoviel Salpeterſäure gießt.

Es geben aber alle metalliſche Subſtanzen Salpeterluft. Gold, Platina und Spießglaskönig müſſen, da ſie ſich nicht in bloßer Salpeterſäure auflöſen, im Königswaſſer aufgelöſet werden. Das Bley giebt am wenigſten, und der Zink liefert meiſtentheils phlogiſtiſirte Luft. Sehr concentrirte Salpeterſäure entwickelt nicht einmal ſoviel Luft, als verdünnte, und erregt dabey eine allzuſtarke Hitze, welche die Gefäße leicht zerſprengt. Durch eine gelinde Wärme aber wird die Entbindung befördert, ſo wie durch eine große Oberfläche der metalliſchen Subſtanz, daher man ſpiralförmig gewundene Stücken Kupferdrath mit Vortheil brauchen kan.

Die vegetabiliſchen Subſtanzen, z. B. arabiſches Gummi, Kampher, geſtoßne Kohlen, Galläpfel, Weingeiſt, weſentliche Oele, geben zwar Salpeterluft, aber mit viel fixer und brennbarer vermiſcht; die thieriſchen hingegen bringen ſehr wenig Salpeterluft, und faſt lauter fixe, brennbare und phlogiſtiſirte.

Die Salpeterluft iſt, wie die gemeine, durchſichtig und ohne Farbe; außer daß ſie im Anfange der Entbindung bisweilen etwas röthlich oder trüb ausſieht. So lange ſie die reſpirable Luft nicht berührt, zeigt ſie keine Spur einer Säure, hat weder Geruch noch Geſchmack, färbt auch die Lakmustinktur und den Veilchenſyrup nicht. Zwar findet man an ihr gewöhnlich einen ſauren Geſchmack und den ſtarken Geruch der rauchenden Salpeterſäure; man muß aber bedenken, daß ſie vorher, ehe ſie die Naſe und den Gaumen erreicht, nothwendig durch atmoſphäriſche

Luft gehen muß, wodurch ſie in rothe Dämpfe verwandelt wird. Fontana, der ſie aus einer Federharzflaſche in den von aller Luft ausgeleerten Mund zog, fand ſie ganz ohne Geſchmack.

Ihre ſpecifiſche Schwere iſt faſt eben ſo groß, als die der gemeinen Luft. Beyde verhalten ſich nach Prieſtley wie 716:717; nach Lafond wie 184:185; nach de la Metherie, wie 349:360; nach Fontana iſt ſie um etwas ſchwerer, als die gemeine, im Verhältniſſe 399:385.

Sie löſcht die Lichter ſchnell aus, läßt ſich aber nach Prieſtley (Vol. III. p. 17.) durch Berührung mit Eiſen in einen Zuſtand verſetzen, in welchem ſie die Verbrennung befördert, und den man durch Schütteln im Waſſer ihr wieder benehmen kan. Bey einigen Entbindungsproceſſen giebt es auch eine Periode, in welcher ſie gleich in dieſem Zuſtande übergeht. Sie tödtet die Thiere, ſogar die Inſecten, augenblicklich, verderbt auch die Pflanzen, welche in ihr verbleichen und zu Grunde gehen. Dennoch hat ſie eine ungemein ſtarke fäulnißwidrige Kraft, daher man Fleiſch und Früchte ſehr lange Zeit in ihr aufbewahren kan, ob ſie gleich dadurch einen üblen Geruch und Geſchmack bekommen. Sie trübt das Kalkwaſſer nicht, und macht die ätzenden Laugenſalze nicht mild.

Durch die Berührung mit Waſſer wird ſie langſam zerſetzt, und verliert nach 2 — 3 Monaten ihre ganze Wirkſamkeit. Wenn im Waſſer noch reſpirable Luft befindlich iſt, ſo erfolgt dieſe Zerſetzung ſchneller. Durch Schütteln nimmt das von Luft gereinigte Waſſer ohngefähr ſoviel Salpeterluft in ſich, als den zehnten Theil ſeines Volumens beträgt, welche durchs Kochen oder Gefrieren wieder herausgetrieben werden kan. Das mit Salpeterluft imprägnirte Waſſer hat ſehr wenig Säure; wenn es aber mit gemeiner Luft in Berührung kömmt, ſo wird die Salpeterluft darinn zerſetzt, und das Waſſer imprägnirt ſich mit der Salpeterſäure. Man kan dies durch Ausſetzung von Salpeterluft an das Waſſer in Berührung mit gemeiner Luft ſo weit treiben, daß das Waſſer ganz blau und ein wahres Scheidewaſſer wird.

Die Salpeterluft wird noch von vielen andern Subſtanzen aller drey Naturreiche abſorbirt und zerſetzt, worüber ſich in Prieſtley's Werke ſehr viele und merkwürdige Beobachtungen finden. Sobald ſie nemlich eine Subſtanz antrifft, welche ihr Phlogiſton oder ihre Säure anzieht, ſo wird ſie zerſetzt, und der nicht angezogne Beſtandtheil kömmt dadurch in Freyheit. Dies zeigt, daß ihre Beſtandtheile nur ſehr ſchwach zuſammenhängen.

Das wichtigſte und auffallendſte Phänomen der Salpeterluft aber iſt ihre **Verminderung** oder **Zerſetzung** durch die reſpirabeln Luftgattungen. Läßt man nemlich unter einen Glascylinder, in welchem Salpeterluft über Waſſer ſtehet, atmoſphäriſche Luft treten, ſo entſteht augenblicklich eine Röthe, die Salpeterluft verläßt ihren luftförmigen Zuſtand, und verwandelt ſich in rothen Salpeterdampf; es entſteht einige Wärme, das Waſſer ſteigt in dem Cylinder in die Höhe, verſchluckt die Dämpfe, und wird zu einer wahren verdünnten Salpeterſäure. Bringt man auf dieſe Art ſoviel atmoſphäriſche Luft hinzu, bis ſich keine rothen Dämpfen mehr zeigen, oder bis die Salpeterluft ganz zerſtört iſt, ſo nimmt die übrigbleibende Luft nicht einmal ſo viel Raum ein, als die angewendete atmoſphäriſche Luft allein einnehmen ſollte, und es ſcheint alſo ſelbſt ein Theil von dieſer verlohren zu gehen. Dieſer Rückſtand iſt wahre phlogiſtiſirte Luft, von eben der Art, als die durchs Verbrennen erzeugte, mit einer ſehr geringen Quantität fixer Luft.

Es läßt ſich über die zur Sättigung nöthigen Quantitäten wegen der verſchiednen Güte der Luftgattungen nichts gewiſſes beſtimmen; aber im Durchſchnitt genommen ſind nach **Lavoiſier** zu einer völligen Sättigung 16 Theile gemeine und $7\frac{1}{3}$ Theil nitröſe Luft nöthig, und es verſchwindet hiebey die ganze nitröſe und ein Viertheil der gemeinen Luft.

Nimmt man ſtatt der gemeinen, dephlogiſtiſirte Luft, ſo iſt die rothe Farbe weit ſtärker, die Erwärmung beträchtlicher, und die Verminderung weit ſchneller und ausnehmend groß. Man braucht nach **Lavoiſier** nur 4 Theile

dephlogiſtiſirte Luft, um 7⅓ Theil Salpeterluft ganz zu zerſetzen, und der Rückſtand beträgt nur noch $\frac{1}{12}$ des Raums der angewendeten dephlogiſtiſirten Luft. **Prieſtley** (Vol. IV. p. 246.) fand ſogar einmal, daß bey der Vermiſchung von 2 Maaß nitröſer und 1 Maaß dephlogiſtiſirter Luft nach der Verminderung nur $\frac{7}{100}$ Maaß übrig blieb. Es iſt kaum zu bezweifeln, daß beyde Gasarten völlig verſchwinden würden, wenn es möglich wäre, ſie in ihrer vollkommnen Reinigkeit und ohne Beymiſchung von phlogiſtiſirter Luft zu erhalten.

Fixe Luft, brennbare, phlogiſtiſirte, u. ſ. w. werden durch die Miſchung mit Salpeterluft nicht vermindert, zerſetzen auch dieſe Gasart nicht. Je reiner aber die reſpirable Luft iſt, deſto ſtärker iſt die Verminderung, welche ſie durch Beymiſchung der Salpeterluft leidet. Man hat daher die Größe dieſer Verminderung, die man durch eigne Werkzeuge abmißt, ſ. **Eudiometer**, zum Maaßſtabe der Reinigkeit und Heilſamkeit der atmoſphäriſchen Luft angenommen; ob ſie gleich eigentlich nur den Grad ihrer Phlogiſtication anzeiget, keinesweges aber die abſoluten Mengen der dephlogiſtiſirten und phlogiſtiſirten Luft in der Atmoſphäre angiebt, noch auch ein ſicheres Kennzeichen der Heilſamkeit iſt, indem die gemeine Luft außer dem Phlogiſton noch andere ſchädliche Beymiſchungen enthalten kan, welche durch dieſe Prüfung nicht angezeigt werden.

Die Erſcheinungen dieſer Verminderung ändern ſich in etwas ab, wenn man den Verſuch im Queckſilber-Apparat anſtellet. Die Röthe dauret hier länger, die Verminderung geſchieht langſamer und iſt am Ende nicht ſo groß; läßt man aber etwas Waſſer hinzu, ſo verſchwindet die Röthe der Miſchung bald, und das Volumen wird dadurch noch etwas mehr vermindert. Dies beweiſet deutlich, daß hiebey das Waſſer einen Theil der Gasarten einſchlucke.

Daß die rothen Dämpfe wahre Salpeterſäure ſind, kan man auch durch einen artigen Verſuch des D. **Prieſtley** (Vol. I. p. 210.) erweiſen. Man hänge unter der Glocke etwas Salmiak in Gaze oder Neſſeltuch auf, und

laſſe Salpeterluft hinzu. Sobald die Röthe vergeht, ſenkt ſich von dem Salze eine weiße Wolke, wie Schneeflocken oder Puder nieder, die nach und nach das ganze Gefäß füllt, und ein brennbarer Salpeter iſt.

Was die Natur der Salpeterluft betrift, ſo iſt die gewöhnliche und faſt allgemein angenommene Theorie dieſe, daß ſie aus Salpeterſäure und Phlogiſton beſtehe. Dies behaupten Prieſtley (Vol. I. p. 261.), Fontana (Phyſ. Unterſ. über die Salpeterluft) und Macquer; Scheele (Von Luft und Feuer, S. 25.) und Bergmann (Opuſc. Vol. II. p. 368.) nennen ſie ſogar phlogiſtiſirte Salpeterſäure in Luftgeſtalt. Aus dieſer Theorie erklärt ſich das Phänomen ihrer Verminderung ſehr natürlich und leicht. Denn die hinzukommende reine Luft verbindet ſich mit dem Phlogiſton des Salpetergas. Dadurch wird deſſen Miſchung zerſtört, die befreyte Salpeterſäure geht aus dem Zuſtande der Luft in den des Dampfes über und wird vom Waſſer verſchluckt; die mit dem Phlogiſton verbundne reine Luft verwandelt ſich ebenfalls in Waſſer, die Gasarten verſchwinden, und das in ihnen vorher gebundene, nunmehr aber befreyte, Feuer erzeugt Wärme. Hiebey bleibt als Rückſtand blos der unreine oder aus irreſpirabeln Gasarten beſtehende Antheil übrig.

Lavoiſier hingegen (Mém. ſur l'exiſtence de l'air dans l'acide nitreux, in Mém. de Paris 1776, und im Recueil de mémoires et d'obſerv. ſur la fabrication du Salpétre, à Paris, 1776. 4. p. 601 — 617.), welcher gar kein Phlogiſton annimmt, hält das Salpetergas für eine ihres Waſſers und ihrer reinen Luft beraubte Salpeterſäure. Er erklärt hieraus die Verminderung dadurch, daß die reſpirable Luft ſich mit der Salpeterſäure verbinde, welche dadurch alle ihre Beſtandtheile wieder erhalte, und die Luftgeſtalt ablege. Er gründet ſeine Behauptung auf eine Reihe ſehr ſchöner Verſuche, welche beweiſen, daß bey der Auflöſung des Queckſilbers in Salpeterſäure nitröſe Luft, und bey der Wiederherſtellung des Queckſilbers aus dem rothen Präcipitate dieſer Auflöſung reine Luft entbunden werde. Weil nun bey der Wiederherſtellung nach ſeiner Vor-

ausſetzung eben das entbunden werden muß, was bey der Auflöſung der Säure entzogen ward, ſo ſchließt er, es ſey dieſes die reine Luft, und alſo das Salpetergas eine, durch Beraubung der reinen Luft, zerſetzte Säure. **Macquer** aber zeigt ſehr richtig, daß er hiebey die Zerſetzung der Säure bey der Auflöſung willkührlich vorausſetze, und daß weit wahrſcheinlicher im Salpetergas die noch unzerſetzte Säure durch etwas gebunden ſey, was ſie hindert, ſich als Säure zu zeigen, welches nichts anders, als das Phlogiſton ſeyn kan. Macquer beruft ſich hiebey auf die von Lavoiſier ſelbſt bemerkten Umſtände, daß die Wiederherſtellung des Queckſilbers mehr reine Luft gab, als die Auflöſung Salpetergas gegeben hatte; daß das Salpetergas ſchon von der Hälfte der erhaltnen reinen Luft geſättigt ward, und daß am Ende der ganzen Operation faſt die Hälfte der vermeyntlich zerſetzten Salpeterſäure fehlte. Dieſe Umſtände, welche **Lavoiſier** ſelbſt nicht zu erklären weiß, zeigen deutlich, daß hiebey nicht blos Abgang und Wiedererſtattung eben derſelben Subſtanz erfolge, ſondern daß der Uebergang der Salpeterſäure in Salpetergas noch eine andere Urſache, als den bloßen Abgang der reinen Luft, haben müſſe. Ich werde mich hierauf bey dem Worte: **Phlogiſton** beziehen.

Man hat alſo die Entſtehung der Dämpfe bey der Vermiſchung der nitröſen und gemeinen Luft nicht für eine Erzeugung, ſondern für einen Niederſchlag anzuſehen. Daß aber dieſer Niederſchlag nach Herrn **Achard** (Chymiſch-phyſ. Schriften, S. 173.) durch die in der gemeinen Luft befindliche Vitriolſäure bewirkt werde, iſt wohl unwahrſcheinlich, da das Daſeyn einer ſolchen Säure unerwieſen iſt. Man kan ihn weit beſſer aus der ſtärkern Verwandſchaft des Phlogiſtons mit der Luft herleiten.

Kirwan (Exp. and Obſ. on various ſaline ſubſtances, nach Crells Ueberſ. S. 105.) hat die Verminderung der reſpirablen Luft durch Salpetergas für einen Uebergang in fixe Luft, die vom Waſſer verſchluckt würde, anſehen wollen. Man findet aber im Rückſtande allzuwenig fixe Luft, als daß man dieſelbe für ein Hauptprodukt der Ope-

ration ſelbſt annehmen könnte, und im Waſſer faſt gar keine. Und die Verminderung iſt faſt eben ſo ſtark, wenn man Queckſilber oder heißes Waſſer zur Sperrung gebraucht, welche doch keine fixe Luft abſorbiren (ſ. *Gren* Diſſ. de geneſi aëris fixi et phlogiſticati, Halae, 1787. 8. S. 58—65.).

Fontana (Phyſ. Unterſ. über die Salpeterluft, S. 106.) beweiſt aus Tropfen, die ſich in einer mit Eis umgebnen, mit Salpetergas angefüllten, Glocke anſetzten, daß dieſes Gas etwas Waſſer enthalte. Dies ſcheinen auch die Kryſtalliſationen zu beweiſen, die mein früh verſtorbner Freund, D. **Chriſtian Ludwig**, bey einer heftigen Kälte aus der ſalpeterartigen Luft erhielt. Dieſes Waſſer trägt nach Fontana mit dazu bey, die reine Luft einzuſaugen, und die Verminderung zu bewirken, welche doch auch im Queckſilber-Apparate erfolgt, wo weiter kein Waſſer als dieſes, vorhanden iſt.

Nach **Bergmann** (De attract. electiv. §. 14. 15.) giebt die Salpeterſäure mit Brennbarem geſättigt, wie beym Verpuffen, eine Subſtanz, die ſich durch plötzliches Verbrennen augenblicklich zerſetzt; mit etwas weniger Brennbarem wird ſie Salpetergas, und mit noch wenigerm ſalpeterſaure Luft.

Die Anwendungen, welche man von der Kenntniß der nitröſen Luft gemacht hat, betreffen theils den Gebrauch derſelben zur Aufbewahrung anatomiſcher Bereitungen, welche ſonſt faulen würden, nach **Sigaud de la Fond** Vorſchlägen, theils ihre Benutzung zu eudiometriſchen Verſuchen zu Prüfung der Güte der Luft, ſ. **Eudiometer**. In der letztern Abſicht wäre noch eine beſtimmte Methode zu wünſchen, nach der man eine an Stärke ſich immer gleiche Salpeterluft verfertigen könnte. Hätte man aber auch eine ſolche, ſo würde doch das Eudiometer kein untrügliches Kennzeichen der Heilſamkeit der Luft abgeben, da zum Beyſpiel ein Gemiſch von brennbarer und reiner Luft die Prüfung mit dieſem Werkzeuge eben ſo gut, als die gemeine Luft, aushalten, und dennoch tödtend ſeyn kan.

Gas, ſalpeterſaures, ſalpeterſaure Luft, phlogiſtiſirte Salpeterſäure (Bergmann), Salpeterdämpfe (Prieſtley), Gas acidum nitroſum, Acidum nitri phlogiſticatum, Mephitis acida nitri, *Gas ou Air acide-nitreux.* Eine durch die rothen Dämpfe der Salpeterſäure phlogiſtiſirte und mit derſelben vermiſchte gemeine Luft oder auch dieſe Dämpfe ſelbſt, wenn ſie ihre Röthe abgelegt haben. Wenn man nemlich dieſe Dämpfe in cylindriſchen Flaſchen aufbewahret, ſo verlieren ſie mit der Zeit, indem ſie die dabey befindliche Luft phlogiſtiſiren, einen Antheil ihres Brennbaren und damit zugleich ihre Röthe, und nehmen völlig eine luftähnliche Form an. Da ſie aber vom Waſſer augenblicklich verſchluckt werden, auch das Queckſilber bald angreifen und eine nitröſe Luft mit demſelben bilden, ſo iſt es ſehr ſchwer, ſie lange aufzubewahren, wie es denn überhaupt noch zweifelhaft bleibt, ob man ſie unter die Gasarten zu rechnen habe. Sie ſcheinen vielmehr einen Dampf, als eine bleibend elaſtiſche Materie auszumachen.

Man erhält dieſe Dämpfe durch die Erhitzung der reinen Salpeterſäure, oder durch Aufgießen eines kleinen Antheils von Vitriolöl auf dieſelbe, durch Auflöſungen des Wismuths und einiger andern Metalle in ſtarker Salpeterſäure ꝛc. Man kan ſie bey dieſen Operationen vermittelſt des pnevmatiſch-chymiſchen Queckſilber-Apparats auffangen, wo ſie, wenn auch keine atmoſphäriſche Luft dazu kömmt, dennoch ihre Röthe verlieren. Auch giebt es bey den Entbindungen der dephlogiſtiſirten Luft aus Subſtanzen, die mit Salpeterſäure angefeuchtet ſind, eine gewiſſe Periode, in welcher man Salpeterdämpfe erhält, die aber in dieſem Falle von dem Waſſer der Vorrichtung ſogleich verſchluckt werden.

Die Salpeterdämpfe müſſen, wenn ſie anders zu den Gasarten gehören, unter die irreſpirablen Gattungen gezählt werden. Sie behalten ihre rothe oder orangengelbe Farbe ſo lange, bis eine Zerſetzung in ihnen vorgeht, und dieſe Farbe wird ſtärker, wenn man ſie erhitzt (*Prieſtley* Exp. and Obſ. Vol. III. Sect. 18.). Sie ſind ſchwerer, als

gemeine Luft, vermiſchen ſich aber nach und nach mit derſelben, verlieren ihre Röthe, und phlogiſtiſiren die Luft.

Sie werden vom Waſſer in beträchtlicher Menge eingeſaugt, und verwandeln daſſelbe in wahren **Salpetergeiſt**. Das mit ihnen imprägnirte Waſſer giebt von ſelbſt, und noch mehr bey gelinder Wärme, eine ſehr reine und von Luftſäure freye Salpeterluft, ſo lange, bis ſich die ſonſt blaue Farbe dieſes Waſſers in eine grüne verwandelt. Man kan daraus nach **Prieſtley** ſo viel Salpeterluft erhalten, daß dieſelbe 10mal ſo viel Raum, als das Waſſer ſelbſt, einnimmt, obgleich das Waſſer nicht mehr Salpeterluft einſaugt, als $\frac{1}{10}$ ſeines Volumens beträgt.

Die Oele nehmen einen großen Antheil Salpeterdämpfe mit Aufbrauſen in ſich, werden dadurch zum Gerinnen gebracht, und verändern ihre Farbe auf ſehr mannigfaltige Art. Sie geben alsdann phlogiſtiſirte Luft. Der Vitrioläther mit dieſen Dämpfen imprägnirt, giebt einen weißen Rauch, und brennt mit einer grünen Flamme. Die Vitriol- und Salpeterſäure ſchlucken viel ſolcher Dämpfe ein, doch nicht ſo viel, als das Waſſer. Auch das Kochſalz zieht ſie in ſich; den Alaun machen ſie weiß und undurchſichtig, den Schwefel aber laſſen ſie unverändert. Die Salzſäure verwandelt ſich durch ſie in ein wahres **Königswaſſer**; der Weingeiſt erzeugt bey reichlicher Imprägnation einen obenauf ſchwimmenden Salpeteräther, wird endlich blau, kocht und giebt eine beträchtliche Menge brennbare Luft.

Man ſieht leicht, daß ſich dieſe Dämpfe völlig, wie die phlogiſtiſirte Salpeterſäure ſelbſt verhalten, daher ſie denn auch für nichts anders, als für dieſe Säure in Dampfgeſtalt erkannt werden können, und den von **Bergmann** beygelegten Namen ſehr wohl verdienen. Unter die Gasarten ſind ſie kaum zu rechnen, wenn ſie nicht mit gemeiner Luft vermiſcht ſind; aber auch in dieſem Falle machen ſie kein beſonderes Gas aus.

Gas, ſalzſaures, kochſalzſaures; ſeeſaure, kochſalzſaure Luft, luftige Salzſäure, Gas muriati-

cum, Aer muriaticus, Aer acidus ſalinus ſ. marinus, Mephitis muriatica, *Gas ou Air acide-marin*. Die phlogiſtiſirte Kochſalzſäure in Luftgeſtalt, oder das irreſpirable, mit dem Waſſer miſchbare, Gas, welches durch Aufguß der Vitriolſäure auf die Salzſäure haltenden Mittel- und Neutralſalze oder durch Deſtillation der Salzſäure ſelbſt erhalten wird.

Die Aufgüſſe der Vitriol- und Salzſäure auf Metalle geben ſonſt brennbare Luft. **Cavendiſh** aber (Philoſ. Trans. Vol. LVI. p. 157.) bemerkte zuerſt, daß die auf Kupfer gegoſſene Salzſäure eine Luft lieferte, die ſogleich vom Waſſer verſchluckt ward, und daher keine brennbare Luft ſeyn konnte. **Prieſtley** benützte dieſe Beobachtung, und fand durch wiederholte Verſuche, daß der Dampf, der ſich bey Vermiſchung des gemeinen Salzes mit Vitriolſäure erzeugt, und ſich an der Kälte zu Salzgeiſt verdichtet, in luftförmiger Geſtalt dargeſtellt werden könne. Es war dies die erſte Entdeckung einer mineraliſchen Säure in Luftgeſtalt, welche ihrem Erfinder nachher zu ähnlichen Proben mit andern Säuren Anlaß gab.

Die beſte Methode, die ſalzſaure Luft zu erhalten, iſt folgende. Man fülle etwa den ſechſten oder vierten Theil eines Kolbens mit gemeinem Küchenſalz an, gieße etwas reines (nicht nach Schwefel riechendes) Vitriolöl darauf, und laſſe den entbundenen Dampf durch ein gebognes Rohr in den Queckſilber-Apparat übergehen, wobey man noch die Entwicklung durch Erwärmung des Kolbens mit einem brennenden Wachsſtocke befördern kan. Oder man erhitze eine Portion reine Salzſäure in einem Kolben, und fange das herausgehende im Queckſilber-Apparat auf. Der rauchende Salzgeiſt giebt ſchon von ſelbſt Dämpfe von ſich, die alle Eigenſchaften der ſalzſauren Luft beſitzen.

Dieſe elaſtiſche Materie verliert aber ihren luftförmigen Zuſtand, ſobald ſie die atmoſphäriſche Luft berührt. Sie verwandelt ſich alsdann mit Erwärmung in einen weißgrauen Dampf, wobey auch aller Wahrſcheinlichkeit nach eine Verminderung des Volumens vorgehet. Je feuchter die Luft iſt, deſto ſtärker iſt dieſer Dampf, daher ihn

Prieſtley (Vol. I. p. 229.) aus der Verbindung der Salzſäure mit der in der Luft aufgelöſeten Feuchtigkeit erklärt.

Sie iſt beträchlich ſchwerer, als die gemeine Luft, nach Fontana im Verhältniß 3:2, und von Herbert, der das Verhältniß 2718:2719 angiebt, ſcheint ſich einer ſehr unreinen Luft bedient zu haben. Sie iſt ſehr ſauer und ätzend von Geſchmack, hat den Geruch des rauchenden Salzgeiſtes, röthet die blauen Pflanzenſäfte, tödtet die Thiere, löſcht die Lichter aus, jedoch ſo, daß ſie einen Augenblick mit einer grünen oder lichtblauen Farbe brennen, trübt das Kalkwaſſer nicht, erhitzt ſich mit den ätzenden Laugenſalzen, und bildet damit ſalzſaure Neutralſalze.

Sie wird vom Waſſer augenblicklich, in großer Menge und mit Erhitzung verſchluckt. Nach Prieſtley nehmen $2\frac{1}{2}$ Gran Regenwaſſer 3 Unzenmaaße ſalzſaure Luft in ſich. Durch dieſe Imprägnation wird das Waſſer ausnehmend ſauer, und giebt, wenn es geſättigt iſt, den ſtärkſten rauchenden Salzgeiſt ab. Durch dieſe Sättigung wird das Volumen des Waſſers um ein Drittel vergrößert, und ſein Gewicht verdoppelt. Das Eis ſchmelzt in ihr ſo ſchnell, als ob man ein glühendes Eiſen daran brächte, und verſchluckt die Luft augenblicklich. Das Waſſer erhält durch dieſe Imprägnation keine Farbe, und das Gas läßt ſich durch eine gelinde Hitze wieder heraustreiben.

Salzſaure und laugenartige Luft vernichten einander beym Zuſammenbringen, und bilden einen Salmiak in weißer ſichtbarer Geſtalt, ſ. **Gas, laugenartiges.**

Faſt alle Subſtanzen, welche Phlogiſton enthalten, verſchlucken etwas ſalzſaure Luft, zugleich aber nimmt der übrige Theil ihr Phlogiſton in ſich, und wird durch dieſe Verbindung in brennbare Luft verwandelt. Prieſtley hat hierüber Verſuche mit einer großen Menge von Subſtanzen angeſtellt, wobey die ſalzſaure Luft völlig ſo, wie der tropfbare Salzgeiſt, nur weit ſtärker, wirkt, weil ſie von dem Waſſer, welches jener bey ſich führt, befreyt iſt. So löſet ſie verſchiedene Metalle und metalliſche Kalke ſchnell auf, greift auch diejenigen Gläſer an, welche viel Bleykalk

enthalten. Die Oele ſaugen ſie langſam ein, und werden davon verdickt; Kampher ſchmelzt in ihr; und mit kochendem Weingeiſte erzeugt ſie einen wirklichen Salzäther.

Phlogiſtiſirte Luft wird zwar durch das ſalzſaure Gas nicht zerſetzt oder verbeſſert; inzwiſchen kann man doch das letztere nach **de Morveau** (in *Rozier* Obſ. de phyſique, To. I. p. 416. To. V. p. 73.) ſehr vortheilhaft zu Verbeſſerung der mit faulen Anſteckungsgiften verdorbnen Luft gebrauchen, weil es das flüchtige Laugenſalz, welches das ſcharfe Oel aufgelöſet enthält, ſättiget, und mit erſtaunlicher Geſchwindigkeit den ganzen Raum ausfüllt, in dem man es entbindet.

Aus allen dieſen Eigenſchaften, welche mit denen der Salzſäure ganz übereinſtimmen, zeigt ſich ſehr deutlich, daß die ſalzſaure Luft eine wahre mit Phlogiſton verbundene und durch Feuermaterie in Luftgeſtalt gebrachte Kochſalzſäure ſey. Sie unterſcheidet ſich aber von einem andern von **Scheele** entdeckten elaſtiſchen Stoffe oder Dampfe, welcher den Namen der **dephlogiſtiſirten Salzſäure** führt, und aus Braunſtein durch Salzgeiſt entbunden wird, ſ. **Salzſäure, dephlogiſtiſirte.**

Außer den Vortheilen, welche die Erfindung der ſalzſauren Luft, bey Erklärung der Entſtehung luftförmiger Stoffe überhaupt, und der Bereitung des Salzgeiſts insbeſondere, verſchaft hat, ſ. **Salzſäure**, und außer ihrer Anwendung wider die Fäulniß, kan ſie auch zu Bereitung der ſtärkſten und reinſten Salzſäure durch ihre Verbindung mit dem Waſſer, zu Verfertigung eines guten Königswaſſers durch Verbindung mit Salpeterſäure, und zur ſchnellen Hervorbringung eines luftleeren Raumes durch ihre Einſaugung ins Waſſer gebraucht werden.

Endlich iſt hier noch zu bemerken, daß **Prieſtley** (Verſ. und Beob. Th. III. S. 211.) durch Abrauchen einer Goldauflöſung auch das Königswaſſer in eine luftähnliche Form gebracht hat, in der man es **königeſaure Luft**, (Gas acidum regale, Gas muriatico-nitroſum) nennen könnte. Dieſe Gasart erweiſet ſich theils als Salpeterluft, theils aber auch, und noch mehr, als ſalzſaures Gas; ſie

löſcht Lichter aus, brennt mit einer ſchönen blauen Flamme, und greift das Queckſilber an. Ihre Eigenſchaften ſind noch nicht hinreichend unterſucht.

Gas, ſchwefelleberartiges, ſ. **Gas, hepatiſches.**

Gas, vitriolſaures, flüchtiges ſchwefelſaures Gas (Macquer), **vitriolſaure Luft** (Prieſtley), **luftförmige Schwefelſäure** (Lavoiſier), **luftförmige phlogiſtiſirte Vitriolſäure** (Bergmann), **Schwefelluft**, Gas acidum vitriolicum, Gas acidum ſulphureum volatile, Aer acidus vitriolicus, Acidum vitrioli phlogiſticatum aëriforme, Mephitis acida ſulphuris, *Gas ou Air acide vitriolique*, *Acide de ſoufre aëriforme*. Die phlogiſtiſirte Vitriolſäure oder flüchtige Schwefelſäure in Luftgeſtalt, oder dasjenige irreſpirable mit Waſſer miſchbare Gas, welches man aus Vermiſchung der Vitriolſäure mit entzündlichen Körpern, z. B. mit Oelen, durch eine gelinde Wärme erhält.

Man wußte ſchon längſt, daß die Vitriolſäure, welche eine vorzügliche Verwandſchaft mit dem Phlogiſton hat, bey ihrer Verbindung mit demſelben einen Schwefelgeruch annimmt, und ſchweflichte Dämpfe von ſich giebt. **Prieſtley**, dem es ſchon gelungen war, die Dämpfe des Salzgeiſts in Luftform darzuſtellen, machte ähnliche Proben mit dieſen Schwefeldämpfen, und nannte das erhaltene Gas **vitriolſaure Luft.**

Um ſie zu erhalten, darf man nur in die Entbindungsflaſche etwas Oliven- oder Mandelöl thun, und darüber etwa 3 bis 4mal ſoviel ſehr ſtarkes Vitriolöl gießen, ſo daß beydes zuſammen das Drittel oder die Helfte der Flaſche füllt. Dies giebt bey einer gelinden Wärme, wozu ſchon die Flamme eines Wachslichts hinreichend iſt, die elaſtiſche Materie, welche im Queckſilber-Apparat aufgefangen wird. Statt des Oels kan man auch Weingeiſt, Aether, Kohlen, Metalle u. dgl. nehmen, nur Gold und Platina ausgenommen, welche die Vitriolſäure nicht angreift. Das Vitriolöl muß ſehr **concentrirt** ſeyn, beſonders, wenn man Metalle dazu nimmt, unter welchen einige mit ver-

dünnter Vitriolſäure eine ganz andere Luftgattung, nemlich brennbare Luft, geben. Von Subſtanzen, welche mit der Vitriolſäure heftig aufbrauſen, z. B. Oel und Queckſilber, muß man nicht allzuviel nehmen, weil ſonſt die Gefäße leicht zerſpringen. Mit Holzkohlen geht die Entbindung am ſtillſten von ſtatten; auch mit Zucker, wobey von Herbert dem erhaltenen Gas den beſondern Namen der zuckerſauren Luft beylegt. Gemeiniglich iſt etwas brennbare, fixe und phlogiſtiſirte Luft dabey, beſonders viel brennbare, wenn man ſich des Aethers bedient hat.

Um die Quellen des Aachner Bades findet man dieſe Luft natürlich.

Sie iſt nach Fontana doppelt ſo ſchwer, als die gemeine Luft, hat den ſehr ſtechenden und durchdringenden Geruch des verbrennenden Schwefels, und einen ſehr ſchwach-ſäuerlichen Geſchmack, röthet den Violenſaft und entfärbt ihn endlich ganz, wie die phlogiſtiſirte Vitriolſäure. Sie tödtet die Thiere ſchnell, löſcht die Lichter aus, ohne vorher ihre Flamme zu vergrößern, trübt das Kalkwaſſer nicht, und bildet mit den Laugenſalzen und Erden eben die Neutral- und Mittelſalze, wie die phlogiſtiſirte Vitriolſäure.

Sie wird vom Waſſer, und zwar auch vom ſiedenden, ſchnell eingeſogen, ſo daß 100 Theile Waſſer 5 Theile Schwefelluft, dem Gewichte nach, in ſich nehmen. Das mit ihr imprägnirte Waſſer iſt klar und hell, und erlangt alle Eigenſchaften der phlogiſtiſirten Vitriolſäure. Es unterſcheidet ſich vom Vitriolöl durch eine weit ſchwächere Säure und ſtärkere Flüchtigkeit; daher auch der Geruch unerträglich auffallend iſt, und das Waſſer an der freyen Luft faſt gänzlich verraucht. Das Eis ſchmelzt in der Schwefelluft, obgleich die Imprägnation damit das Gefrieren des Waſſers nicht verhindert. Auch löſet dieſes Gas den Kampher, das Eiſen und das Kupfer auf; treibt aus keinem Neutral- oder Mittelſalze die Säure aus, wohl aber aus den milden Laugenſalzen die Luftſäure; und verhindert die Gährung. Es wird auch vom Vitrioläther,

der Schwefelleber, den Kohlen, dem Borax, Fiſchthran u. dgl. abſorbiret.

Wenn man die vitriolſaure Luft mit atmoſphäriſcher, und noch mehr mit dephlogiſtiſirter, vermiſcht, ſo erzeugt ſich einige Wärme. Wäſcht man das Gemiſch in Waſſer, ſo ſcheidet ſich die Säure ſchnell ab, und die reſpirable Luft bleibt nur phlogiſtiſirt und in einem verminderten Volumen zurück. Fixe und phlogiſtiſirte Luft vermiſchen ſich mit der Schwefelluft ohne Veränderung.

Man ſieht hieraus, daß dieſes Gas nichts anders, als eine durch Phlogiſton flüchtig gewordene Vitriolſäure in Luftgeſtalt ſey. Durch die ſtarke Anziehung nimmt die concentrirte Vitriolſäure das Brennbare in Menge an ſich, wird dadurch flüchtig und ſtark von Geruch, läßt es aber auch wieder von ſich, ſobald Stoffe vorhanden ſind, die es ſtärker anziehen, z. B. reſpirable Luft, welche dadurch phlogiſtiſirt wird, und eine gewöhnliche Vitriolſäure zurückläßt. Bey der Einwirkung der Vitriolſäure in die entzündlichen Subſtanzen wird ein Theil des in den Körpern gebundnen Feuers frey, durch welchen die phlogiſtiſirte Säure luftförmig wird. Sobald ſie das Waſſer berührt, wird ſie aufgelöſet, und läßt das in ihr gebundne Feuer wiederum los, daher ſie auch das Eis ſchmelzet. Nach der verſchiedenen Menge des Brennbaren iſt die phlogiſtiſirte Vitriolſäure ſelbſt ſehr verſchieden. In 100 Gran Schwefelluft ſollen nach **Kirwan** (Von der Menge des Phlogiſtons in vitrioliſcher Luft, in deſſen Verſuchen und Beob. 1. Stück. S. 121.) 8,48 Gran Phlogiſton und 91,52 Gran Säure enthalten ſeyn.

Prieſtley Verſuche und Beobachtungen über verſchiedene Gattungen der Luft, a. d. Engl. III Theile 8. Wien, 1778. 1779. 1780. Verſuche und Beob. über verſchiedne Zweige der Naturlehre, a. d. Engl. I. B. Leipz. 1780. II. B. Wien u. Leipz. 8. an mehreren Stellen.

Macquer's Chymiſches Wörterbuch, mit Herrn **Leonhardi** Zuſätzen, Art. Gas.

Aërologiae phyſico-chemicae recentioris primae lineae, ſcr. *Io. Gottfr. Leonhardi.* Lipſ. 1781. 4.

Tib. Cavallo Abhandl. über die Natur und Eigenſchaften der Luft, und der übrigen beſtändig elaſtiſchen Materien, a. d. Engl. Leipzig, 1783. gr. 8.

Ueber die Luftgattungen, nach Prieſtley, in den Leipziger Sammlungen zur Phyſik und Naturgeſchichte, III. Bandes, 1ſtes, 3tes und 6tes Stück.

Grens ſyſtematiſches Handbuch der geſammten Chemie, Erſter Theil. Halle, 1787. gr. 8.

Erxlebens Anfangsgründe der Naturlehre, Vierte Auflage, mit Zuſätzen von G. C. Lichtenberg. Göttingen, 1787, 8. Zuſätze über die verſchiedenen Luftarten, S. 191—205.

Gebirge, ſ. Berge.

Gefrierpunkt, ſ. Thermometer.

Gefrierung, Congelatio, *Congelation.* Der Uebergang eines erkaltenden Körpers aus dem flüßigen Zuſtande in den feſten. In dieſer weitläuftigern, aber phyſikaliſch richtigen, Bedeutung des Worts gehört das Erhärten geſchmolzener Metalle ebenfalls zu den Gefrierungen, und es wird die **Gefrierung** überhaupt der **Schmelzung** entgegengeſetzt, ſ. **Schmelzung**. Der gemeine Sprachgebrauch aber nennt das Feſtwerden durch die Erkaltung nur alsdann ein **Gefrieren**, wenn es Körper betrifft, welche bey den gewöhnlichen Temperaturen der Atmoſphäre flüßig ſind, z. B. Waſſer, Queckſilber u. a.: und giebt ihm dagegen den Namen des **Geſtehens**, wenn der Körper bey der Sommerwärme unſers Luftkreiſes noch feſt bleibt, und alſo erſt durch ſtärkere Hitze hat geſchmolzen werden müſſen, wie Wachs, Schwefel, Metalle u. ſ. w.

Allem Anſehen nach iſt das Feuer oder die Wärme die einzige Urſache der Flüßigkeit ſ. **Flüßig**. Dem zu Folge wird ein flüßiger Körper gefrieren oder in den feſten Zuſtand übergehen, wenn ihm der zur Bewirkung ſeiner Flüſſigkeit erforderliche Grad der Wärme entzogen wird. Dieſer Grad iſt zwar für ebendieſelbe Subſtanz immer der nemliche, bey verſchiedenen Subſtanzen aber iſt er verſchieden.

Das reine **Waſſer** gefriert zu **Eis** bey einer Temperatur, welche ſo beſtimmt und ſich immer ſo gleich gefunden wird, daß man ſie bey den Abmeſſungen der Wärme

als einen feſten Punkt zum Grunde legt, ſ. **Thermometer.** Dieſer Punkt iſt der 32ſte Grad der fahrenheitiſchen, und die Null der reaumuriſchen Thermometerſcale. Er beſtimmt die Temperatur der Atmoſphäre, bey welcher ſich **Froſt** und **Thauwetter** ſcheiden. Von Subſtanzen, welche bey dieſer Temperatur noch flüßig bleiben, ſagt man insgemein, daß ſie **gefrieren**, wenn ſie bey größerer Kälte feſt werden; diejenigen aber, welche bey dieſem Grade ſchon feſt ſind, und erſt in größerer Hitze flüßig werden, betrachtet man gleichſam als natürlich feſte Körper, obgleich ihr **Geſtehen** nach vorhergegangner Schmelzung phyſikaliſch gar nicht von der Gefrierung unterſchieden iſt.

Milch gefriert beym 30ſten, Weineſſig und Urin beym 28ſten, Lämmerblut beym 25ſten, Burgunder, Madera und Bordeaurer Wein beym 20ſten Grade, halb Waſſer und halb hochrectificirter Weingeiſt unter einander gemiſcht bey — 7 (d. i. bey 7 Grad unterhalb der Null) des fahrenheitiſchen Thermometers. Für andere Subſtanzen, die bey der Temperatur des gefrierenden Waſſers noch feſt ſind, werde ich dem Sprachgebrauche gemäß den Grad ihres Schmelzens angeben, ſ. **Schmelzung.**

Vom **Queckſilber**, das bey großen Graden der Kälte noch flüßig bleibt, glaubte man ehedem, es gefriere gar nicht, oder ſey weſentlich flüßig, wenigſtens habe ihm noch kein bekannter Grad der Kälte die Flüßigkeit entzogen. **Gmelin** ſahe es zu Jeniſeisk in Sibirien im Jahre 1734 bis auf — 120 Grad der fahrenheitiſchen Scale herabfallen, ohne daß es ihm ſeine Flüßigkeit zu verlieren ſchien; in andern Fällen, die er auf ſeiner damaligen Reiſe beobachtete, zeigten ſich im Thermometer Erſcheinungen, die dem Gefrieren ähnlich waren, die er aber gar nicht dafür anſahe, ſondern von dem Eſſig herleitete, mit dem man das Queckſilber gereiniget hätte. Am 14. Dec. 1759 aber ſank dem Profeſſor **Braun** zu Petersburg bey einer Temperatur der äußern Luft von — 34 Grad nach Fahrenheit in einer Miſchung von Schnee und rauchendem Salpetergeiſt das Queckſilber des Thermometers bis — 352 Grad herab,

und er fand daſſelbe, als er die Kugel aus der Miſchung nahm, wider alle Erwartung feſt oder gefroren. Am 25. Dec. darauf ward der Verſuch wiederholt, und die Kugel des Thermometers zerbrochen, wobey ſich das Queckſilber als eine feſte, glänzende, metalliſche Maſſe zeigte, die noch weicher als Bley war, und einen dumpfen Schall gab. (De admirando frigore artificiali, quo mercurius ſ. hydrargyrus eſt congelatus, auct. *Ioſ. Ad. Braunio*, Petrop. 1760. 4. und in Nov. Comm. Petrop. Vol. XI. p. 268. Additamenta et ſupplem. ibid. p. 302.) Herr **Blumenbach** in Göttingen, jetzt Profeſſor daſelbſt, war der Erſte, der ſeitdem das Gefrieren des Queckſilbers wahrnahm, als er am 11. Jan. 1774 etwas von dieſem Metalle mit einer Miſchung von Schnee und Salmiak umgeben der Luft ausſetzte, in welcher ein Weingeiſtthermometer — 10 Grad nach Fahrenheit zeigte (ſ. Götting. Anz. von gelehrten Sachen 1774. 13. St. v. 29. Jan.). Inzwiſchen hatte die königliche Societät zu London dem Herrn **Hutchins**, welcher als Gouverneur des Albany-Forts nach der Hudſonsbay gieng, dieſer Verſuche halber Auftrag gethan. Dieſer brachte im Jänner und Februar 1775 das Queckſilber zweymal zum Gefrieren; dem D. **Bicker** in Rotterdam gelang der Verſuch nur unvollkommen am 28. Jan. 1776 bey einer Temperatur der Luft von + 2°, wobey das Queckſilber ſchon bey — 94° ſtehen blieb und auf der Oberfläche wie ein Amalgama gerann; der D. **Fothergill** in Northampton aber brachte es um eben dieſe Zeit bey einer natürlichen Kälte von + 9° zum Gefrieren. Man hatte zwar hiebey den eigentlichen Gefrierpunkt dieſes Metalls nicht zuverläßig beſtimmen können; Brauns letztere Verſuche veranlaſſeten jedoch die meiſten Naturforſcher, ihn nicht geringer, als — 352 Grad der fahrenheitiſchen oder 500 der deliſliſchen Scale, anzunehmen.

Hutchins hingegen bediente ſich nach dem Vorſchlage von **Cavendiſh** und D. **Black** der Methode, in das zum Gefrieren beſtimmte Queckſilber ein kleines Thermometer zu ſetzen, weil zu vermuthen war, es werde das Metall beym Uebergange in den feſten Zuſtand, wie andere

Materien, eine unveränderliche Temperatur annehmen, und dieſe durch das darinn ſtehende Thermometer anzeigen, weil doch die plötzliche Zuſammenziehung erſt im Augenblicke der Gefrierung anfange. Auf dieſe Art fand er im Jahre 1781 durch eine Reihe ſchöner Verſuche (Experiments for aſcertaining the point of mercurial congelation by *Thomas Hutchins*, Philoſ. Trans. Vol. LXXIII. P. II. mit Abhandlungen von **Blagden** und **Cavendiſh** begleitet), daß der wahre Gefrierpunkt des Queckſilbers nicht unter — 39° nach Fahrenheit ſey, und das Herabſinken bis — 352° blos von einer ſtarken Zuſammenziehung im Augenblicke des Gefrierens herrühre, bey welcher dieſes Metall ganz aufhört, einen richtigen Maaßſtab der Wärme abzugeben. Seitdem hat auch D. **Guthrie** zu Petersburg (Nouvelles experiences pour ſervir à determiner le vrai point de congelation du mercure etc. à St. Petersb. 1785. 4.) ſeine Verſuche hierüber bekannt gemacht, welche in der Hauptſache mit den Hutchinſiſchen übereinſtimmen, und zugleich erweiſen, was man ſonſt in Zweifel zog, daß das Queckſilber auch in ſeinem reinſten Zuſtande zum Gefrieren gebracht werden könne. Schon vor **Hutchins** hätte man wiſſen können, daß der Gefrierpunkt des Queckſilbers ſo tief nicht liege, als man ihn damals nach Braun annahm. Denn **Pallas** hatte bereits am 6 und 7 Dec. 1772 zu Kraſnojarſk im aſiatiſchen Sibirien (unter 93° Länge und $56\frac{1}{2}$° nördlicher Breite) durch die bloß natürliche Kälte das Queckſilber ſowohl im Thermometer, als in einer ofnen Schale gefrieren ſehen. Er konnte freylich den Grad dieſer Kälte nicht genau angeben, aber ein einfallender Nordweſtwind, wobey die gefrornen Maſſen wieder ſchmolzen und das Thermometer herſtellten, brachte daſſelbe ſogleich auf — 46°, welcher Grad doch nahe an dem wahren Gefrierpunkte liegen mußte. Die Geſchichte aller dieſer und mehrerer Verſuche hat **Blagden** (Hiſtory of the congelation of Quickſilver, in den Phil. Tr. Vol. LXXIII. P. II. p. 329 ſeqq. deutſch in den leipz. Sammlungen zur Phyſik und Naturg. III. B. 3tes und 5tes St.) ſehr vollſtändig erzählt und mit lehrreichen Bemerkungen begleitet.

Höchſt rectificirter Weingeiſt und andere von wäſſerichten Beymiſchungen ganz reine geiſtige Liquoren gefrieren gar nicht, oder doch ſpäter, als das Queckſilber, ſo daß ſie die Kälte der Miſchungen von Schnee und Säure, welche nicht über — 46° zu ſteigen ſcheint, vollkommen aushalten. Mit Waſſer vermiſcht aber gefrieren ſie bey geringerer Kälte. Luftförmige Stoffe gefrieren bey keinem bekannten Grade der Kälte, und eben dies iſt das weſentliche Kennzeichen, wodurch man ſie von den Dämpfen unterſcheidet, welche in der Kälte zuſammenfließen.

Sowohl die gefrierenden, als auch die nach dem Schmelzen erhärtenden Subſtanzen behalten die Temperatur, die zu ihrem Feſtwerden nöthig iſt, während des Ueberganges aus dem flüßigen Zuſtande in den feſten unverändert bey. Es iſt dies wohl eine natürliche Folge davon, daß die Wärme, die vorher ihre Flüßigkeit bewirkte, während dieſer Zeit frey wird, und das weitere Erkalten ſo lange hindert, bis die Flüßigkeit völlig aufgehoben iſt.

Nach vollendeter Gefrierung aber kan der entſtandene feſte Körper auch größere Grade der Kälte annehmen. Viele Subſtanzen können, wenn ſie in Ruhe ſind, einige Grade kälter werden, als zu ihrer Gefrierung nöthig iſt; ſobald ſie aber in Bewegung kommen, werden ſie plötzlich feſt, und kehren dabey genau zu der Temperatur ihres Gefrierens zurück. Man ſehe hierüber den Artikel: Eis.

Beym Gefrieren ſelbſt, ſo wie beym Geſtehen nach der Schmelzung, ändern alle Subſtanzen ihr Volumen ſchnell und ſtark; manche dehnen ſich dem Anſcheine nach aus, andere ziehen ſich zuſammen. Das Zuſammenziehen wird in den meiſten Fällen bemerkt, und iſt vielleicht ein allgemeines Phänomen bey allen feſtwerdenden Subſtanzen. Es iſt beſonders beym Gefrieren des Queckſilbers ſehr ſtark, welcher Umſtand eben den Irrthum über den Gefrierpunkt dieſes Metalls veranlaßt hat. Wie weit die Zuſammenziehung gehe, iſt doch durch die bisherigen Verſuche nicht genau beſtimmt. Nimmt man nach Braun an, es ſey bis 550° der delisliſchen Scale geſunken, da ſein Gefrierpunkt (— 40° Fahr.) 210° dieſer Scale iſt, ſo

ſo hat die Zuſammenziehung 340 deliſliſche Grade, d. i. $\frac{340}{10000}$ des Volumens bey der Temperatur des kochenden Waſſers, oder $\frac{340}{9790}$ d. i. beynahe $\frac{1}{29}$ des Volumens im Augenblicke der Gefrierung betragen. Es iſt aber hiebey nicht auf die in der gefrornen Queckſilbermaſſe entſtandenen Höhlungen gerechnet. Eben dieſes Zuſammenziehen bemerkt man beym Geſtehen der meiſten geſchmolznen Metalle, und anderer Materien.

Waſſer hingegen, Eiſen, Schwefel und Spießglas ſcheinen ſich beym Uebergange in den feſten Zuſtand **auszudehnen**. Vom Waſſer ſ. den Art. **Eis**. Vom Eiſen hat man bemerkt, daß alsdann inwendig in demſelben viele kleine Höhlungen entſtehen, und daß hingegen reiner Stahl ſich beym Erhärten zuſammenzieht. Vielleicht ſind dergleichen Höhlungen (ſie ſeyen nun mit Luft angefüllt, wie beym Eiſe, oder nicht) die Urſache der ſcheinbaren Vergrößerung des Volumens, und wenn man ſie abrechnete, könnte man wohl finden, daß ſich der eigentlich mit feſter Materie angefüllte Raum vermindert hätte. So wäre das plötzliche Zuſammenziehen ein allgemeines Phänomen der Gefrierung, ſo wie Zuſammenziehung überhaupt eine Wirkung der abnehmenden Wärme iſt.

Herr **Lichtenberg** fand bey Waſſer, das er im Vacuo frieren ließ, dieſe Höhlungen ſo groß, daß das ganze Eis einem Schaume glich, ſ. **Eis**. Er giebt hievon drey Urſachen, wenigſtens als mögliche, an. Es kan nemlich das Waſſer noch nicht ganz rein von Luft geweſen ſeyn, die ſich beym Gefrieren losgemacht, und im Vacuo ſo große Blaſen gebildet hat; oder es kan durch den Proceß des Gefrierens ein luftförmiger Stoff erzeugt werden; oder es kan endlich die dabey frey werdende Wärme ſtark genug ſeyn, um im Vacuo ein augenblickliches Sieden zu bewirken, d. h. einen Theil des Waſſers in elaſtiſche Dämpfe zu verwandeln. Vielleicht, ſagt er, finden alle drey Umſtände zugleich ſtatt.

Die meiſten, und vielleicht alle Subſtanzen, kryſtalliſiren ſich beym Gefrieren. Vom Waſſer ſehe man hierüber die Worte: **Eis, Schnee**. Beym Queckſilber fand ſchon

Braun, wenn es unvollkommen gefroren war, und der noch flüßige innere Theil abgegoſſen ward, die Oberfläche, welche alsdann zum Vorſchein kam, äußerſt rauh, und gleichſam aus kleinen Kügelchen zuſammengeſeßt. **Hutchins** (Experiments for aſcertaining etc. Exp. X.) bemerkte, als er das flüßige Queckſilber abgoß, daß die innere Oberfläche ſehr uneben und mit vielen überzwerch laufenden Nadeln beſeßt war, wovon einige Kügelchen, wie Knöpfe, hatten. Eben dies erfolgt auch beym Geſtehen geſchmolzener Metalle. Wenn man hiezu ſchickliche Maſſen von denſelben der kalten Luft ſo lang ausſeßt, bis die äuſſere Seite erhärtet iſt, und alsdann die innere noch flüßige Maſſe abgießt, ſo ſieht man die Höhlung in der Mitte allenthalben mit Druſen von metalliſchen Kryſtallen beſeßt, welche an Schönheit und Regelmäßigkeit ſchwerlich den feinſten Salzkryſtallen nachſtehen.

Nach dieſer kurzen Erzählung der vornehmſten Phänomene des Gefrierens will ich noch etwas von den Meynungen der Naturforſcher über die Urſache deſſelben hinzufügen.

Descartes (Princip. philoſ. nat. P. IV. Prop. 48. u. Meteor. C. I. §. 7.), welcher die Feſtigkeit für Ruhe und die Flüßigkeit für innere Bewegung der Theile annahm, erklärt die Gefrierung für eine Folge der ſchwächern Wirkung ſeines zweyten Elements auf die Bewegung der Theile der Körper. Die größern Theile dieſes Elements wirken nach ihm ſtärker, die feinern ſchwächer. Marmor und Metalle laſſen in ihre Zwiſchenräume nur die feinern Theile dringen, daher werden ſie wenig bewegt, und zeigen Feſtigkeit und Kälte. Das Waſſer nimmt zwar größere Theile auf, die ſeine Beſtandtheile trennen und bewegen; im Winter aber, wenn die ſubtile Materie ſehr fein iſt, kommen die Waſſertheile in Ruhe, legen ſich unordentlich über einander, und bilden einen feſten Körper.

Gaſſendi und andere, welche eine **kaltmachende Materie** annehmen, leiten die Gefrierung von dem Eindringen dieſer Materie in die Zwiſchenräume der flüßigen Körper her, wo ſich dieſelbe feſtſeßen, die freye Bewegung der

Theile hindern, und ſo das Feſtwerden und die Vergrößerung des Volumens beym Eiſe veranlaſſen ſoll. Ueber die Natur der kaltmachenden Materie aber ſind die Meynungen wiederum verſchieden geweſen.

Einige glaubten, die eindringende Materie ſey blos die gemeine Luft, welche die Blaſen des Eiſes erzeuge und das Volumen vergrößere; **Boyle** aber (Hiſtoria experimentalis de frigore. Londin. 1665. 8.) widerlegte ſchon dieſe Meynung, indem er zeigte, daß das Waſſer auch in hermetiſch verſchloßnen Gefäßen mit Blaſen gefriere, und das Oel beym Gefrieren ſich zuſammenziehe.

Muſſchenbroek (Introd. ad philoſ. nat. §. 1504. ſq.) meynt, das Gefrieren rühre gar nicht unmittelbar von der Kälte, ſondern von dem Eindringen einer feinen Materie (nonnullorum corporum ſubtilium, quae ſunt in caelo) her, die ſich mit dem kalten Waſſer miſche, eine Gährung oder Aufbrauſen veranlaſſe und die Theile befeſtige. Seine Gründe ſind: Das Eis ſey nicht in Ruhe; denn die Blaſen nähmen beym Fortgange des Gefrierens zu, es zerſprenge die Gefäße, dehne ſich aus und dünſte. Es ſchwelle zu ſehr auf, ohne daß doch die Luft in den Blaſen zuſammengedrückt ſey. Manchmal bleibe das Waſſer flüßig, wenn gleich die Temperatur unter dem Eispunkte ſtehe, zumal in Gefäßen, wenn nemlich die froſtmachende Materie nicht frey durch die Wände dringen könne. In Holland friere es nicht beym Nordwinde, der über die kälteſten Gegenden komme, ſondern beym Oſtwinde, der über viel Land gehe, und viel fremde Theile mit ſich führe. Der Froſt ſey manchmal nur in einen kleinen Bezirk Landes eingeſchränkt, richte ſich auch nicht nach den geographiſchen Breiten. Kranke ahndeten den Froſt vorher, wegen der in der Luft befindlichen fremden Theile; gefrornes Waſſer ſey nicht mehr ſo geſchickt zu Bereitung der Speiſen; Scheidewaſſer mache das Waſſer wärmer, das Eis aber kälter; die Dicke des Eiſes richte ſich nicht nach dem Grade der Kälte; Waſſer in eine Miſchung von Salz und Schnee geſetzt, gefriere, indem die Miſchung ſelbſt ſchmelze. Die Anzahl dieſer Gründe iſt anſehnlich genug; allein alle an=

geführte Umſtände laſſen ſich auch aus Entziehung der Wärme erklären. Ueberdies findet man eine Maſſe Eis nicht ſchwerer als das Waſſer, woraus ſie entſtand, und der Augenſchein lehrt zu deutlich, daß es nicht einer fremden Materie halber, ſondern nur darum friert, weil es kalt iſt.

Die Chymiker haben lange Zeit die kaltmachende Materie unter den Salzen und beſonders im **Salpeter** geſucht, welcher ihrer Meynung nach ſehr häufig im Luftkreiſe enthalten ſeyn ſollte. Man nahm die Theile dieſes Salzes für kleine ſpitzige Nadeln an, die ſich an die Waſſerkügelchen anſetzten, und ſie endlich auf allen Seiten gleichſam mit Stacheln umringten und in einander verwickelten. Die Empfindung der Kälte ſelbſt ſollte von der Einwirkung dieſer ſpitzigen Theilchen auf unſern Körper herkommen. Die künſtlichen Gefrierungen, die man durch Miſchungen des Eiſes oder Schnees mit Salpeter hervorbringen kan, ſchienen dieſe Erklärungen zu begünſtigen. Man glaubte, die Salpetertheilchen drängen dabey durch die Zwiſchenräume der Gefäße in das darinn befindliche Waſſer ein, ſ. **Kälte, künſtliche.** Man kan aber dieſem Argumente ſeine ganze Beweiskraft durch die Frage benehmen, warum denn dieſe kaltmachende Miſchungen nicht ſelbſt gefrieren. Es iſt auch anjetzt gewiß genug entſchieden, daß man, um die Phänomene der Kälte zu erklären, keine beſondere Materie nöthig hat, ſ. **Kälte.**

Winkler (De cauſis frigoris et glaciei. Lipſ. 1737. 4.) nimmt an, die ſonſt runden Waſſertheilchen würden beym Gefrieren zertheilt und in kleinere Kügelchen oder eckichte Körper zertrennt, woraus er vornehmlich die Vergrößerung des Volumens beym Eiſe erklären will. Aber welche Kraft ſollte eine ſolche Zertrennung bewirken? In einer neuern Schrift (Unde vim elaſticam adipiſcatur aqua rareſcens, Lipſ. 1753. 4.) ſieht er zwar die Feſtigkeit des Eiſes richtig als den natürlichen Zuſtand des vom Feuer verlaſſenen Waſſers an, leitet aber die Vergrößerung des Volumens davon her, daß ſich die Waſſertheile bey der Berührung in hohle elaſtiſche Kügelchen vereinigen.

Seitdem die Gefrierung des Queckſilbers außer Zweifel geſetzt iſt, hat man vermöge der Analogie deutlicher eingeſehen, daß es für alle Metalle, ſo wie für alle übrigen Subſtanzen, gewiſſe Temperaturen gebe, bey welchen ſie ihre Flüßigkeit mit der Feſtigkeit vertauſchen, daß das Gefrieren mit dem Geſtehen geſchmolzner Materien einerley Phänomen ſey, und daß man Feſtigkeit und Flüßigkeit nicht für Eigenſchaften der Körper, ſondern für bloße vom Grade ihrer Wärme abhängende Zuſtände derſelben halten müſſe. Dieſe Meynung ſelbſt iſt nicht neu; **Boyle** gedenkt ihrer ſchon, als einer ſehr wahrſcheinlichen, an mehrern Stellen; ſie iſt aber erſt in neuern Zeiten herrſchender und allgemeiner geworden. Man ſieht demnach die Flüſſigkeit als eine Wirkung der Wärme oder des Feuers an, welches durch ſeine Dazwiſchenkunft und chymiſche Verwandſchaft den Zuſammenhang der Theile ſchwächt, dagegen derſelbe durch die Entziehung des Feuers, oder durch die Kälte wiederum zu ſeiner vorigen Stärke gelanget. So erklären ſich die Phänomene des Gefrierens ſehr leicht und ungezwungen. Eine jede Subſtanz muß, um flüßig zu ſeyn, wenigſtens einen beſtimmten Grad freyer Wärme bey ſich haben; verliert ſie etwas hievon, ſo gewinnt das Beſtreben ihrer Theile zu einander die Oberhand, und es zeigt ſich Zuſammenhang und Feſtigkeit. Während des Uebergangs wird ein Theil des gebundnen Feuers, das vorher die Flüßigkeit bewirkte, frey und erſetzt den Verluſt der freyen Wärme, daher der Körper während des Gefrierens nicht weiter erkaltet. Hat das Anziehen der Theile wegen der Ruhe des Körpers u. dgl. nicht gleich wirken können, und iſt alſo etwas mehr freye Wärme ausgegangen, als ſonſt zum Gefrieren hinlänglich wäre, ſo wird bey der geringſten Bewegung das Anziehen plötzlich wirken, wobey die gebundene Wärme, welche vorher Flüßigkeit bewirkte, auf einmal frey wird, und den Körper auf die Temperatur ſeines eigentlichen Gefrierpunkts zurückbringt. Die plötzliche Zuſammenziehung iſt die Wirkung des nähern Zuſammentretens der Theile, und die Ausdehnung des gefrierenden Waſſers ſcheint blos von Ne-

benurſachen, z. B. von den darinn entſtehenden Höhlungen oder Luftblaſen, von der dem Waſſer eignen Art der Kryſtalliſation u. ſ. w. herzukommen.

Man ſehe übrigens die Artikel: **Eis, Kryſtalliſation; Kälte, Kälte, künſtliche; Schmelzung, Feuer, Wärme.**

Erxlebens Anfangsgr. der Naturlehre, durch Lichtenberg. Vierte Auflage, §. 424 — 431. §. 472.

Blagden Geſchichte der Verſuche über das Gefrieren d. Queckſilbers in d. Sammlungen zur Phyſ. u. Naturg. III. B. 3. u. 5. St.

Muſſchenbroek Introd. in philoſ. nat. Vol. II. §. 1504. ſqq.

Gefühl, Tactus, *Tact, le Toucher.* Der Sinn, durch welchen wir die fühlbaren Gegenſtände bemerken. Es iſt der gröbſte, aber auch der zuverläßigſte unſerer Sinne, der die Ueberzeugung von dem Daſeyn der Dinge auſſer uns ganz vollendet. Er iſt überdies durch den ganzen Körper verbreitet, und wir nehmen durch ihn die Gegenſtände von allen Seiten wahr, da die übrigen Sinne nur auf gewiſſe Theile des Körpers eingeſchränkt ſind. Ohne Gefühl würden wir Automate ſeyn; man würde uns zerſtören können, ohne daß wir etwas davon bemerkten.

Das Werkzeug des Gefühls ſind die über den ganzen Körper verbreiteten **Nerven.** Die Haut, ein ungemein dichtes Gewebe von Fibern, iſt mit unzählbaren kleinen Löchern durchbohrt, durch welche die äußerſten Enden der Nerven, die **Fühlkörner**, wie kleine Wärzchen gebildet, hindurchgehen, ihr äußeres, aus der harten Hirnhaut entſpringendes Häutchen ſeitwärts ablegen, und ſich mit einem netzförmigen Schleim (Rete Malpighianum) bedeckt, bis unter das **Oberhäutchen** oder die **Epidermis** erſtrecken. Hier liegen ſie nach geraden Linien in einer gewiſſen Ordnung, durch welche die auf der Haut ſichtbaren, und beſonders an den Fingerſpitzen in Form von Spirallinien ſo merklichen Furchen gebildet werden. Dieſe Nervenſpitzen oder Fühlkörner ſind der eigentliche Sitz und das Werkzeug des Gefühls.

Dieſer Sinn iſt der allgemeinſte, und begreift die übrigen unter ſich, welche alle auf beſondere Arten des Ge-

fühls hinauslaufen. Er kan durch Aufmerkſamkeit und Uebung ſo verfeinert werden, daß durch ihn oft Blinde für den Mangel des Geſichts großentheils entſchädigt worden ſind.

Gegenſtände des Gefühls ſind alle Körper, welche die Oberfläche der Haut erſchüttern und unſere Nerven bewegen können. Wir erkennen durchs Gefühl ihr Volumen, ihre Geſtalt, Ruhe, Bewegung, Härte, Weichheit, Flüſſigkeit, Wärme, Kälte, Trockenheit, Feuchtigkeit u. ſ. w.

Der Sinn des Gefühls iſt zugleich thätig und leidend. Wir fühlen zwar mehrentheils Dinge außer uns, aber wenn ein Glied des Körpers das andere berührt, ſo fühlen beyde und werden gefühlt; beyde ſind Gegenſtand und Werkzeug zugleich.

Sind die Nervenſpitzen durch Verbrennung zerſtört, mit einer fremden Materie bedeckt, durch die Kälte zuſammengezogen, gelähmt ꝛc., ſo verliert der Theil, den dies betrift, das Gefühl ſo lange, bis ſie wieder in ihren natürlichen Zuſtand zurückkehren.

Ein beſonderes Phänomen des Gefühls iſt der **Kitzel**, eine leichte Erſchütterung der Nervenſpitzen, welche jedoch lebhaft genug iſt, um eine unangenehme Empfindung zu erregen, und die in beſonders genauer Verbindung mit der Einbildungskraft ſteht.

Nollet Leçons de phyſique. Paris, 1743. 12. To. I. p. 151. ſq.
Le Cat Traité des ſens. Paris, 1767. 8. p. 203.

Gegenfüßler, Antipoden, Antipodes, Antichthones, *Antipodes.* Dieſen Namen giebt man den Bewohnern ſolcher Länder, welche auf der Erdfläche einander dem Durchmeſſer nach gegenüber ſtehen. Die in o, Taf. VIII. Fig. 2. ſind derer in n, und dieſe jener Antipoden. Das Zenith jener iſt das Nadir dieſer, und umgekehrt. Beyde treibt die Schwere nach C, dem Mittelpunkte der Erde, oder vielmehr lothrecht gegen die Erdfläche, auf der ihre Füße ſtehen. Beyde ſtehen alſo feſt, und es iſt bey einer ſehr mäßigen Aufmerkſamkeit leicht zu überſehen, daß die in n weder herabfallen können, noch etwa die Köpfe unter.

wärts kehren, wie ſich Unerfahrne bisweilen vorſtellen, wenn ſie die Figur und die Worte: oben, unten blos auf den Ort o beziehen. Jedem Menſchen heißt das oben, wohin ſich ſein Haupt, und das unten, wogegen ſich ſeine Füße kehren. Für die in n iſt alſo N oben und C unten, und die Richtung der Schwere treibt bey ihnen eben ſowohl, als bey uns, die Körper niederwärts, daher ſie von ihrer Stellung gegen Himmel und Erde eben die Empfindung, wie wir von der unſrigen, haben. Alles dies iſt durch die wirklichen Erfahrungen der vielen Weltumſegler vollkommen beſtätiget worden. In Vergleichung mit einander aber kehren ſich die in n und die in o wirklich die Füße zu, daher auch die Benennungen ihren Urſprung haben.

Gegenfüßler wohnen in gleichen, aber entgegengeſetzten, Breiten, und die Längen ihrer Wohnplätze unterſcheiden ſich um 180°. Daher ſind ihre Jahrszeiten gerade entgegengeſetzt, und ihre Stunden um 12 St. unterſchieden. Unſere Antipoden haben Frühling, wenn wir Herbſt, Mitternacht, wenn wir Mittag haben. Für Leipzig fällt der entgegengeſetzte Ort der Erdfläche in die Südſee zwiſchen Neuſeeland und die ſüdliche Spitze von Amerika, daß wir alſo keine eigentlichen Gegenfüßler haben.

Die Idee von Antipoden findet ſich ſchon bey den griechiſchen Weltweiſen, und namentlich beym **Plato**, zu deſſen Zeiten man die Kugelgeſtalt der Erde längſtens aus Schlüſſen kannte. Sehr viele Schriftſteller, z. B. **Cicero** (Quaeſt. Acad. IV. 39.), **Plinius** (H. N. II. 65.), **Plutarch** (De facie lunae) gedenken der Antipoden, zum Theil umſtändlich. Die Kirchenväter hingegen fingen an, ſich ſehr heftig gegen die Meynung von der Kugelgeſtalt der Erde zu erklären. **Lactantius** (Inſtit. Divin. III. 24.) und **Auguſtinus** (De civit. Dei XVI. 9.) läugnen das Daſeyn der Gegenfüßler, und **Coſmas** nennt die Vertheidiger der Runde der Erde homines nomine Chriſtiano indignos, qui S. Scripturam abnegent, utpote quae mundum eſſe tabernaculum teſtetur. Im achten Jahrhunderte n. C. G. vertheidigte **Vergilius**, der aus Irland nach

Bayern gekommen war, das Chriſtenthum zu predigen, die Meynung von den Gegenfüßlern. Der bekannte Apoſtel der Bayern und Thüringer, Bonifaz, beklagte ſich beym Pabſte Zacharias, er lehre alium mundum ſub terra, aliosque homines, und der Pabſt antwortete: Vergilium philoſophum a templo Dei et eccleſia depellito, ſi illam perverſam doctrinam fuerit confeſſus (Man ſ. Aventini annal. Boiorum L. III.). Auch in neuern Zeiten hatte ſich das Vorurtheil wider dieſe Meynung noch lange erhalten, bis endlich die Umſchiffungen der Erde eine völlige Ueberzeugung von dem wirklichen Daſeyn der Gegenfüßler verſchaften.

G. S. *Bauer* Vergilius a Zacharia Papa et Bonifacio ob aſſertos antipodas haereſeos inique poſtulatus. Lipſ. 1752. 4.

Gegengewicht, Pondus contrarium, *Contrepoids*, Ein Gewicht, oder eine andere bewegende Kraft, ſo angebracht, daß ſie das Gewicht einer Laſt vermindert, oder wohl gar aufhebt, und dadurch deren Bewegung erleichtert.

Gegengewichte finden in vielen Werkzeugen und auf mancherley Art ſtatt. Ein Beyſpiel zeigt Taf. II. Fig. 44. bey dem Hookiſchen Radbarometer. Hier ſoll das Queckſilber, wenn es bey G ſteigt, das auf ſeiner Fläche ſchwimmende Stückchen Eiſen heben, und dadurch die Rolle S mit dem Zeiger drehen. Dies zu erleichtern, wird an den über S gezognen Faden das Gegengewicht H gehangen. Dies hebt einen großen Theil des Gewichts von G auf, erleichtert alſo die Bewegung, und ſpannt zugleich den Faden. Es darf aber H nicht ganz ſo ſchwer, als G, ſeyn, damit beym Herabſinken des Queckſilbers, G ein Uebergewicht erhalte, wieder herabgehe und die Rolle S mit dem Zeiger zurückdrehe.

Man pflegt auf die Hebel oder Schwengel der Ziehbrunnen große Steine zu binden. Dieſe dienen als Gegengewichte, weil ſie beym Aufziehen des vollen Eimers mit einem Theile ſeiner Laſt das Gleichgewicht halten, und alſo das Heben erleichtern.

Gegenſchattichte, Antiſcii, *Antiſciens.* Bewohner ſolcher Orte der Erdfläche, deren Schatten im Mittage auf entgegengeſetzte Seiten fallen. Es ſind diejenigen, welche in den gemäßigten Zonen auf verſchiedenen Seiten des Aequators wohnen. Die Bewohner der nördlichen gemäßigten Zone ſind den Bewohnern der ſüdlichen gegenſchattticht, und umgekehrt. Jene werfen ihren Mittagsſchatten auf die Nordſeite, dieſe auf die Südſeite.

Gegenſchein, ſ. Aſpecten.

Gegenwirkung, Reaction, Reactio, *Reaction.* Wenn ein Körper in den andern wirkt, ſo leidet er dadurch ſelbſt eine Veränderung. Er verliert nemlich ſo viel von ſeiner Kraft, Bewegung u. ſ. w., als auf die Wirkung in den andern verwendet wird. Man hat ſich ſonſt vorgeſtellt, als ob der leidende Körper zurückwirkte, und dem thätigen dies entzöge. Dieſes nun hat man mit dem Namen der **Gegenwirkung** bezeichnet, welche alſo nichts weiter iſt als die Veränderung, die ein Körper dadurch, daß er in einen andern wirkt, erleidet.

Ein Pferd, das 10 Centner ziehen könnte, an einen Stein geſpannt, den zu bewegen 8 Centner Kraft nöthig ſind, zieht den Stein mit dieſer Kraft, überwindet ſeine Trägheit, und verliert dadurch eben dieſe 8 Centner Kraft; natürlich darum, weil ſie nichts mehr wirken können, wenn ſie einmal verwendet ſind. Es geht alſo ſo fort, als ob es nur noch 2 Centner Kraft hätte, und der Stein folgt ihm ſo, als ob er nun keine Gewalt mehr erforderte, fortgeführt zu werden. Man ſtellt ſich alſo vor, der Stein wirke zurück, entziehe dem Pferde 8 Pfund Kraft, und übe eine **Gegenwirkung** aus.

Schon die Scholaſtiker lehrten, Wirkung ſey nie ohne Gegenwirkung: **Newton** aber (Princip. philoſ. natur. Axiom. 3.) beſtimmte genauer, der Wirkung ſey allemal eine **gleiche** Gegenwirkung entgegengeſetzt, (reactio aequalis et contraria actioni) und führte dieſen Satz als ein Axiom in die Naturlehre ein.

Gehörig verſtanden iſt dieſer Grundſatz ſehr einleuchtend, und wird in der Lehre vom Druck und Stoß mit Nutzen gebraucht. Weil aber der Ausdruck: **Gegenwirkung** nicht ganz bequem iſt, um eine bloße **Veränderung durch Wirken** zu bezeichnen, ſo hat dies zu falſchen Anwendungen Anlaß gegeben. Manche Naturforſcher legen dem leidenden Körper zu viel bey. **Hamberger** (Elem. phyſices mathem. Jenae, 1735. 8. §. 36.) behauptet, die Gegenwirkung, oder, wie er es nennt, der Widerſtand ſey eine **Kraft**, etwas wirklich entgegenziehendes oder ſtoßendes. Dies liegt nicht in dem Begriffe von Wirkung allein, aus dem man doch den newtoniſchen Satz lediglich herzuleiten hat, wenn er als Axiom angeſehen werden ſoll. Iſt ſo etwas wirklich vorhanden, ſo muß es aus beſondern Erfahrungen bewieſen werden. Dergleichen Erfahrungen hat zwar Hamberger beygebracht, aber ſie erweiſen nicht, was ſie ſollen, und ſind ſämmtlich aus der Langſamkeit zu erklären, womit ſich die Bewegung mittheilt. Z. B. Man legt ein Schrotkügelchen nahe an den Rand eines Tellers, und ſtößt an den gegenüberſtehenden Rand, ſo ſcheint ſich das Kügelchen dem Stoße entgegen zu bewegen. Eigentlich bewegt ſich der Teller, kan aber dieſe Bewegung dem Kügelchen nicht gleich mittheilen; alſo ruht dieſes, der Teller geht darunter weg, und die Bewegung des Kügelchens, welche eine Gegenwirkung beweiſen ſollte, iſt gar nicht vorhanden. Oder: Man hängt einen Tabakspfeifenſtiel BC Taf. X. Fig. 38. ſenkrecht auf, und ſtellt unten an denſelben ein Gläschen I F ſo, daß es ihn bey C berührt. Schlägt man nun **ſehr geſchwind** nach der Richtung AE an den Pfeifenſtiel, daß er zerbricht, ſo wird das Gläschen nach der Richtung I G umgeworfen. Dies ſoll eine zurückwirkende Kraft des geſchlagnen Körpers erweiſen; allein, was hier vorgeht, iſt folgendes. Der Schlag theilt dem abgebrochenen Ende E eine große Geſchwindigkeit nach E D mit, die ſich nicht gleich durch das ganze Stück EC verbreiten kan. Daher bleibt der Schwerpunkt des Stücks, oder K in Ruhe, und EC dreht ſich um K in die Lage DH, wobey der Punkt C den Weg CH nehmen, und

das Glas nach der Richtung IG umwerfen muß. Schlägt man langſam, oder weit unten, nahe bey C, ſo wird das Glas nicht umfallen, und die eingebildete zurückwirkende Kraft wird außenbleiben.

Selbſt Newton hat aus ſeinem Axiom mehr hergeleitet, als wirklich daraus folgt. Er ſchließt (Princ. L. III. prop. 5. Coroll. 1.), die Gravitation der Weltkörper ſey **gegenſeitig**, z. B. es gravitire nicht allein der Mond gegen die Erde, ſondern auch die Erde gegen den Mond, weil Wirkung und Gegenwirkung ſtets bey einander ſey. Aber wer ſieht nicht, daß die Gravitation, deren Urſache noch unbekannt iſt, mit dem Zuge, Drucke und Stoße nicht ſo geradehin verwechſelt werden dürfe. Sollte ſie vom Stoße einer Materie herrühren, warum könnte denn dieſe Materie nicht den Mond gegen die Erde treiben, ohne zugleich dieſe gegen jenen zu führen? Es ſind allerdings alle bekannten Attractionen gegenſeitig; aber dies muß aus Erfahrungen erwieſen werden. Die Schwere des Monds gegen die Erde folgt aus der Art ſeiner Bewegung um letztere; die der Erde gegen den Mond aus der Ebbe und Fluth, und aus ihren in der Bewegung der Erde ſichtbaren Wirkungen, keinesweges aber aus dem Grundſatze von der Gegenwirkung, welcher blos eine Folge der Trägheit der Körper, und nur da als Vorſtellungsart anwendbar iſt, wo Veränderung durch Wirken ſtatt findet.

Käſtners Anfangsgr. der höhern Mechanik, Göttingen, 1766. 8. §. 125. u. f.

Gegenwohner, Antoeci, *Antéciens*. Dieſen Namen erhalten die Bewohner ſolcher Orte der Erdfläche, welche unter einerley Mittagskreiſe, und in gleichen, aber entgegengeſetzten, Breiten wohnen. So ſind Taf. VIII. Fig. 2 die in i Gegenwohner derer in f; beyde Orte liegen im Meridian pof is, und ihre Breiten oder Abſtände vom Aequator af und ai ſind gleich. Die Gegenwohner haben zu gleicher Zeit Mittag, alſo einerley Tagesſtunden, aber entgegengeſetzte Jahrszeiten. Leipzigs Gegenwohner ſind

unterhalb der ſüdlichen Spitze von Afrika in der Gegend des Cap Circonciſion zu ſuchen.

Gehör, Auditus, *Ouie.* Der Sinn, durch welchen wir den Schall und Klang empfinden. Das Werkzeug deſſelben iſt das **Ohr.** Ich würde ohne eine vorhergegangene Beſchreibung dieſes ſehr zuſammengeſetzten Organs wenig Deutliches vom Gehöre ſelbſt ſagen können; die Betrachtung hat mich bewogen, die Beſchreibung des Ohrs hauptſächlich nach **Karſten** (Anleitung zur gemeinnütz. Kenntniß der Natur, §. 94. u. f.) hier mitzutheilen, und bey dem Worte: **Ohr**, auf gegenwärtigen Artikel zu verweiſen.

Das menſchliche Ohr, womit auch das Ohr der Thiere bey einigen mehr, bey andern weniger Aehnlichkeit hat, liegt größtentheils im **Schläfeknochen** (os temporum), und man unterſcheidet das **äußere** und **innere** Ohr, oder nach **Valſalva** (De aure humana. Bonon. 1704. 4.) die äußere, mittlere und innerſte Höhle deſſelben.

Zur äußern Höhle gehört der knorplichte, dünne, elaſtiſche, mit Häuten überzogne Theil, den wir von außen an beyden Seiten des Hauptes ſehen. Seine äußere Fläche AB Taf. X. Fig. 39 iſt mit verſchiedenen Hervorragungen und Höhlungen verſehen, den Schall aufzufangen und in die **Muſchel** (concha, *conque*) zu bringen, dann aber weiter in den **Gehörgang** (meatus auditorius, *conduit auditif)* zu leiten. Dieſer fängt auf dem Boden der Muſchel und unter dem knorplichten Theile (Tragus, *trage*) C an, ſeine Querſchnitte ſind elliptiſch, die Fläche ſeiner Oefnung beträgt $5\frac{1}{17}$ Quadratlinien, und iſt 50mal kleiner, als die äußere Fläche des Ohrs, daher hier der Schall 50mal ſtärker ſeyn kan, als wenn er ohne das äußere Ohr ſogleich in den Gehörgang gekommen wäre. Die Gehörgangsröhre DE iſt 9 Lin. lang, 4 Lin. hoch, und 3 Lin. breit, ſteigt bogenartig von D nach F, von da nach E wieder hinab, dann wieder hinauf, wo ſie ſich mit dem **Trommelfell** (membrana tympani, *membrane du tambour*) GH endiget. Ihr Umfang iſt anfangs knorplicht, weiterhin

aber endigt ſich der Gehörgang ſelbſt im Schläfeknochen. Er iſt mit ſeinen Häuten bedeckt, unter denen ſich aus kleinen Drüſen das Ohrenſchmalz abſondert, das ihn befeuchtet, und ſo, wie die kleinen Haare im Eingange, beſchützt; bey neugebohrnen Kindern iſt er etwas enger, und am Trommelfelle mit einer weißen ſchleimichten Subſtanz erfüllt, welche das Waſſer, worinn der Fötus ſchwimmt, abhält, ins Ohr zu dringen. Das Trommelfell ſchließt ſchief an, ſo daß es mit der Gehörgangsröhre oben einen ſtumpfen, unten einen ſpitzigen Winkel macht. Es iſt von außen ein wenig hohl vertieft, von innen aber erhaben; ſeine Fläche iſt mehr koniſch als ſphäriſch, der Umfang elliptiſch, und der mittlere Durchmeſſer $3\frac{7}{10}$ Linien.

Mit dem Trommelfelle fängt die mittlere Höhle des Ohrs, die **Trommelhöhle, Pauke** (Tympanum, Cavitas tympani, *Caiſſe du tambour*) an. Sie befindet ſich im Innern des Schläfeknochens, hat eine irreguläre elliptiſche Figur, im mittlern Durchſchnitt von 4 Linien. Hier hat eine kleine, aus vier der zarteſten Knöchelchen zuſammengeſetzte, Maſchine, Taf. X. Fig. 40, ihre Stelle. Dieſe Knöchelchen ſind der **Hammer** (malleus, *marteau*) GIK, der **Ambos** (incus, *enclume*) GL, der **Stegreif** (ſtapes, *étrier*) LNM, und ein ungemein kleines linſenförmiges Beinchen (os orbiculare, *oſſelet orbiculaire ou lenticulaire*) bey L. Der Hammer und Ambos hängen bey G zuſammen, ſind aber, wie ein Winkelhebel, um dieſen Punkt beweglich. Der Ambos und Stegreif aber ſind vermittelſt des linſenförmigen Beinchens ſo verbunden, daß jeder Theil einzeln um L beweglich iſt. Der Hammer hängt an dem Trommelfelle an.

Aus der Trommelhöhle läuft die **Euſtachiſche Röhre** (tuba Euſtachiana, *trompe d' Euſtache*) HY nach der innern Höhle des Mundes, wodurch ſich die Trommelhöhle mit Luft füllt, welche der äußern an Federkraft gleich iſt, daher man auch durch den Mund und die Naſe hören kan. Außerdem läuft auch aus dieſer Höhle noch ein Gang in die Zellen des zitzenförmigen Fortſatzes (Apophyſis maſtoidea).

Die innerſte Höhle des Ohrs heißt das **Labyrinth** (labyrinthus, *labyrinthe*) PRQO, und iſt Fig. 41. beſonders ſo vorgeſtellt, daß man die untere Seite ſieht. Sie liegt über der Trommelhöhle, jedoch zugleich etwas nach hinten, in der feſteſten Maſſe des Schläfeknochens, und hat eine eigne ſehr zuſammengeſetzte Geſtalt. Sie beſteht aus dem **Vorhof** (veſtibulum, *veſtibule*) S, Fig. 39, drey halbkreisförmigen Röhren (canales oſſei ſemicirculares, *canaux ſemicirculaires*) P, Q, R, und der **Schnecke** (cochlea, *limaçon*) O. Der Vorhof hängt durch eine kleine Oefnung unter dem Namen des **ovalen Fenſters** (feneſtra ovalis, *fenêtre ovale*) T, Fig. 41. mit der Trommelhöhle zuſammen.

Der ganze Arm des Hammers IK, Fig. 40. iſt mit dem Trommelfell zuſammengewachſen, und die Spitze K der **Handhabe des Hammers** (manubrium mallei, *manche du marteau*) liegt an der Spitze des koniſchen Trommelfells. Bey G hängt der von Hammer und Ambos gebildete Winkelhebel durch zwey häutige Bänder an der obern Wand der Trommelhöhle. Des Stegreifs Schenkel machen mit dem Horizont einen Winkel von 45°, ſeine Grundfläche MN ſchließt genau an das ovale Fenſter an, und hängt mit deſſen Umfange durch ein dünnes Häutchen ſo zuſammen, daß der Stegreif noch ein wenig beweglich bleibt, und weil der Zuſammenhang bey M am feſteſten iſt, ſich mit der Seite N im Bogen um M drehen kan.

Die drey halbkreisförmigen Canäle ſind von verſchiedener Größe, und werden daher am beſten durch die Namen des größern, kleinern und kleinſten unterſchieden. Zwey von ihnen haben einen gemeinſchaftlichen Schenkel PT, und alle zuſammen endigen ſich daher nur mit fünf Oefnungen am Vorhofe.

Die **Schnecke** iſt ein ſpiralförmiger Canal im Schläfeknochen, der ſich um eine kegelförmige Spindel windet, und um dieſelbe von der Grundfläche an bis an die Spitze drittehalb Windungen macht. Die Höhle der Schnecke wird durch die dünne **Schnecken-Scheidewand** oder das **gewundene Blatt**, (ſepimentum cochleae, lamina ſpi-

ralis, *lame ſpirale*), welche zum Theil knorplicht, zum Theil zart, wie ein durchſichtiges Häutchen iſt, in zween Canäle, die **Scalen, Treppen,** (Scalae, *rampes du limaçon*) getheilt. Eine derſelben, die **Vorhofsſcale** (Scala veſtibuli, *rampe externe*) endigt ſich mit ihrer Oefnung im Vorhofe an der Seite des ovalen Fenſters; die andere (Scala tympani, *rampe interne*) ſteht mit der Trommelhöhle in Verbindung, und endigt ſich daſelbſt in ein rundes Loch, welches das **runde Fenſter** heißt, und mit einem dünnen Häutchen geſchloſſen iſt.

Der Gehörnerve iſt theils hart, theils weich, und hat im Schläfeknochen ſeinen zwiefach abgetheilten Canal. Taf. X. Fig. 42. Die eine Abtheilung AB, der **gemeinſchaftliche Nervencanal,** iſt dem härtern und weichern Theile gemein, der andere DE, der **Fallopiſche Aquäduct,** iſt dem härtern Theile eigen. Aus dem gemeinſchaftlichen Canal tritt der härtere Gehörnerve bey F ab in den letztern Canal DE, welcher nach D zu mit der Höhle der Hirnſchale in Verbindung iſt, wo ſich der Nerve ins Gehirn vertheilet, nach C zu aber einen Aſt (chorda tympani) durch die Trommelhöhle ſendet, bey E endlich aus den Schläfeknochen heraustritt, und Aeſte über die ganze Helfte des Geſichts verbreitet. Der weichere Nerve hingegen tritt in zween Aeſten bey B theils mit der Schnecke, theils mit dem Vorhof in Verbindung, und bildet im letztern und in den halbkreisförmigen Canälen zarte Häutchen, die ſchallenden Zonen, in der Schnecke aber den heutigen Theil der Spiralſcheidewand.

So bewundernswürdig nun dieſes Werkzeug von dem Schöpfer gebildet und aus den feinſten Theilen zuſammengeſetzt iſt, ſo wenig ſind wir im Stande, die eigentliche Beſtimmung aller dieſer Theile und die Abſicht ihres ſo künſtlichen Baus anzugeben. Den mehreſten ſcheint das **Labyrinth** das eigentliche Werkzeug des Gehörs zu ſeyn, zu welchem Schall und Ton durch die übrigen Theile blos geleitet und fortgepflanzt werden. Der in der Luft erregte Schall nemlich geht durch die Muſchel und den Gehörgang bis ans Trommelfell und ſetzt daſſelbe in eine zitternde Be-

wegung. Dadurch wird die Luft in der Trommelhöhle und durch dieſe das Häutchen des runden Fenſters ebenfalls erſchüttert. Iſt alſo die Höhle des Labyrinths gleichfalls mit Luft erfüllt, ſo wird auch dieſer die Erſchütterung mitgetheilt; ſie wirkt alsdann auf den Gehörnerven, und hiemit iſt die Empfindung des Schalls unmittelbar verbunden.

Man fühlt es ſogleich, daß dieſe Erklärung viel zu einfach iſt, um den Mechaniſmus eines ſo zuſammengeſetzten Werkzeugs mit einiger Vollſtändigkeit begreiflich zu machen. Um alſo der Sache etwas näher zu kommen, und zu erklären, wie die Verſchiedenheit der Töne empfunden werden könne, nimmt man an, der zum Hammer gehörige Muſkel ſpanne das Trommelfell jederzeit ſo ſtark, daß es mit dem entſtandenen Tone harmoniſch bebe; durch die Bewegung des Amboßes und Stegreifs werde auch vermittelſt des an letzterm befindlichen Muſkels das Häutchen am Ovalfenſter gleich ſtark geſpannt, und dadurch die Wirkung des Tons deſto lebhafter ins Labyrinth übergebracht. Man ſtellt ſich endlich die Faſern des häutigen Theils der Spiralſcheidewand, welche von der Mitte gegen den Umfang laufen, und in den weiten Windungen länger, als in den engen ſind, als geſpannte Saiten von verſchiedenen Längen vor, deren jede mit einem eignen Tone übereinſtimmt, und nimmt an, daß durch jeden Klang die mit ihm harmonirenden Faſern erſchüttert, und dieſe Schwingungen durch den Gehörnerven bis ins Gehirn fortgepflanzt werden. Dieſe Erklärung giebt **Muſſchenbroek** (Introd. in philoſ. nat. Vol. II. §. 2280. 2281.).

Der künſtliche Bau der vier kleinen Gehörknöchelchen ſcheint aber doch eine wichtigere Beſtimmung anzuzeigen, als die ihnen hiebey zugeſchriebene Spannung des Häutchens am Ovalfenſter iſt. Vielleicht pflanzen ſie ſelbſt durch ihre Bewegung den Ton vom Trommelfell bis ins Labyrinth fort. Das zitternde Trommelfell erſchüttert den Winkelhebel, den Hammer und Ambos bilden, und dadurch auch den Stegreif ſo, daß er ſich um den einen Punkt ſeiner Grundfläche, wie um ein Charnier, ſchnell hin und wieder ſchwingt. Wäre nun das Labyrinth voll Luft, ſo

würde dieſe die Erſchütterung den Nerven mittheilen und zum Gehirn bringen.

Aber eine große Schwierigkeit bey allen dieſen Erklärungen iſt, daß man keine Oefnung findet, durch welche Luft von gleicher Federkraft mit der äußern ins Labyrinth gelangen kan, indem beyde Fenſter mit Häutchen verſchloſſen ſind. Schon ältere Zergliederer haben Feuchtigkeiten im Labyrinthe wahrgenommen: **Cotunni** (Diſſ. de aquaeductibus auris humanae internae. Neap. 1760. 4.) und **Meckel** (Diſſ de labyrinthi auris contentis. Argentor. 1777. 4.) haben endlich erwieſen, daß es ganz voll Waſſer ſey. Dieſe Entdeckung würde die ältern Naturforſcher ſehr in Verlegenheit geſetzt haben; jetzt wiſſen wir aber, daß auch das Waſſer in einigem Grade elaſtiſch ſey, und den Schall fortpflanze; überdies ſind auch zwey zarte Räumchen vorhanden, in welche das Waſſer zum Theil ausweichen kan. Herr **D. Wünſch** (De auris humanae proprietatibus. Lipſ. 1777. 4.) glaubt, es werde die ganze ſehr zarte und elaſtiſche Maſſe des Labyrinths erſchüttert, welche Meynung auch wohl die wahrſcheinlichſte iſt.

Wenn die Erſchütterungen aus regelmäßigen und gleichzeitig auf einander folgenden Schlägen beſtehen, ſo wird ein **Klang** oder **Ton**, wenn aber dieſes Regelmäßige fehlt, wird ein blos unharmoniſcher **Schall** empfunden. Beyde können, wenn ſie ſtark werden, den Gaumen und die Zähne erſchüttern, und ſogar Taubheit verurſachen.

Daß man mehrere Töne zugleich höret, erklärt man leicht dadurch, weil jeder Ton nur die mit ihm harmoniſchen Faſern der Spiralſcheidewand erſchüttert, daher von verſchiedenen Tönen auch verſchiedene Nervenſpitzen gerührt werden. Das Labyrinth, die Schnecke und die vier kleinen Gehörknöchelchen wachſen nicht, ſondern ſind bey Kindern eben ſo groß, als bey Erwachſenen. Sollte hiebey nicht die Abſicht ſeyn, zu bewirken, daß gewiſſe beſtimmte Töne immer eben dieſelben Stellen dieſer Theile und auf eben dieſelbe Art erſchüttern müſſen. Denn, wenn z. B. die Nervenfaſern der Spiralſcheidewand an Länge zunähmen, ſo würden Kinder gewiſſe hohe Töne hören können, die ſie als

erwachſene Perſonen nicht mehr zu unterſcheiden vermögend ſeyn würden.

Karſtens Anleitung zur gemeinnützlichen Kenntniß der Natur. Halle, 1783. 8. VII. Abſchn. §. 94—100.

Gehörnerve, ſ. **Gehör**.

Geiſt, Spiritus, Spiritus, *Eſprit*. Dieſer Name wird den Flüßigkeiten beygelegt, die man durchs Deſtilliren aus den Körpern erhält, wenn ſie aus flüchtigen, die Nerven reizenden, Theilen beſtehen und ſich in jedem Verhältniſſe mit Waſſer vermiſchen. Man hat drey Hauptarten von Spiritus: **brennbare, ſaure, alkaliſche**.

Zu den brennbaren gehören der **Spiritus Rector** oder der flüchtigſte und feinſte Theil der weſentlichen Pflanzenöle, und die eigentlichen **brennbaren Spiritus** aus Wein, Bier und anderen durch die Weinjährung gegangenen Subſtanzen, ſ. **Weingeiſt**. Man kan auch die Aetherarten hiezu rechnen, ſ. **Aether**.

Die zweyte Claſſe begreift alle durchs Deſtilliren erhaltene Säuren. Die aus dem Mineralreiche heißen **Schwefelgeiſt, Salpetergeiſt**, nach der Subſtanz, aus der man ſie erhalten hat; bey den aus dem Pflanzen- und Thierreiche pflegt man das Beywort ſauer hinzuzuſetzen, weil dieſe Subſtanzen noch andere, nicht ſaure, Spiritus geben, z. B. **ſaurer Geiſt vom Pockholze, ſaurer Ameiſengeiſt**.

In die dritte gehören die flüchtig-alkaliſchen Geiſter aus dem Salmiak, gefaulten Pflanzen und thieriſchen Stoffen, der **flüchtige Salmiakgeiſt, Hirſchhornſpiritus**, u. ſ. w.

Macquer chem. Wörterb. Art. Spiritus.

Gemälde, elektriſches, ſ. **Zaubergemälde**.

Geocentriſch, Geocentricum, *Géocentrique*. So wird dasjenige genannt, was ſich auf den Mittelpunkt der Erde bezieht, oder wovon man ſich vorſtellt, als ob es aus dem Mittelpunkte der Erde betrachtet würde. Der Ort, den ein Planet, aus der Mitte der Erde geſehen, unter den Fixſternen einnehmen würde, heißt ſein **geocentriſcher**

Ort, und deſſen Länge und Breite die **geocentriſche**. An eben dieſem Orte wird der Planet aus derjenigen Stelle der Erdfläche geſehen, welche ihn zu der Zeit im Scheitel hat. Vom geocentriſchen Orte wird der wahre Ort, ingleichen der **heliocentriſche** Ort unterſchieden, ſ. **Heliocentriſch**.

Geogenie, **Geogonie**, Geogonia. Ein Name, den man der Lehre von der Entſtehung und Bildung der Erdkugel beylegt. Dieſe Lehre gehört eigentlich zur phyſiſchen Geographie. Herr **Silberſchlag** hat unter der Aufſchrift: Geogonie, eine eigne Hypotheſe über dieſe Gegenſtände vorgetragen, ſ. den Art. **Erdkugel**, unter dem Abſchnitte: **Hypotheſen über die Entſtehung und Bildung der Erde.**

Geographie, **Erdbeſchreibung**, Geographia, *Géographie.* Dieſen Namen führt die Lehre von der Erde, deren Größe, Geſtalt, Bewegungen, Beſchaffenheit, Eintheilungen der Oberfläche u. ſ. w., welche Gegenſtände eine Wiſſenſchaft von großer Wichtigkeit und weitläuftigem Umfange ausmachen. Ihr griechiſcher Name wird durch den deutſchen ganz eigentlich ausgedrückt.

Man theilt die Geographie in die **mathematiſche**, **phyſiſche** und **politiſche** ein. Die **mathematiſche** betrachtet, was bey der Erde einer Ausmeſſung fähig iſt; die **phyſiſche** handelt von ihrer natürlichen Beſchaffenheit, Bildung, Veränderungen, den Theilen ihrer Oberfläche, dem feſten Lande, Gewäſſern, Bergen, Inſeln ꝛc. und wird bisweilen auch **allgemeine Phyſik** oder **Naturgeſchichte der Erde** genannt; die **politiſche** endlich hat die bürgerlichen Abtheilungen der Oberfläche zum Gegenſtande.

Man begreift die mathematiſche und phyſiſche Geographie, welche die natürliche Beſchaffenheit der Erde betreffen, zuſammen unter dem Namen der **allgemeinen Erdbeſchreibung**. So hat **Varenius** zu Cambridge im Jahre 1672 eine Geographiam generalem, die noch immer geſchätzt wird, herausgegeben. Blos dieſe allgemeine Erd-

beſchreibung gehört zur Phyſik: einzelne Abſchnitte von ihr führen auch beſondere Namen, z. B. derjenige Theil der mathematiſchen, den der Seefahrende benützt, heißt die **Hydrographie** oder **Schifkunſt**; was aus der phyſiſchen die Berge betrift, wird **Gebirgslehre** genannt, u. ſ. w.

Der erſte Urſprung dieſer Wiſſenſchaft iſt aus den Reiſen der älteſten handlungtreibenden Völker, beſonders aus den Seereiſen der Phönicier herzuleiten. Als man den Bau des Schifs und die Kunſt, es durch Ruder und Segel zu regieren, kennen gelernt hatte, ſchifte man aus Mangel einer Leitung nie bey Nacht, und wagte nicht, ſich von den Küſten zu entfernen. Endlich fanden ſich am geſtirnten Himmel Merkmale der Weltgegenden, wozu die Phönicier den kleinen, die Griechen den großen Bär gebrauchten, den ſie auch immer noch vorzogen, ob ſie gleich **Thales** eines Beſſern belehren wollte. Die Phönicier und Griechen lernten durch ihre Seereiſen wenigſtens den größten Theil der Küſten des mittelländiſchen Meeres und der anliegenden Länder kennen, aber die Berichte der Reiſenden wurden aus Hang zum Wunderbaren, aus Eitelkeit und Eigennuß mit den abgeſchmackteſten Fabeln vermiſcht, wovon ſich in den geographiſchen Schriften der Alten auffallende Beyſpiele finden.

Aus den Mondfinſterniſſen und dem Unterſchiede der Mittagshöhen der Geſtirne ſchloß man ſchon frühzeitig die runde Geſtalt der Erde, und bekam Begriffe von ihren Verhältniſſen zur Sonne und den übrigen Planeten, welche **Thales** und andere griechiſche Weltweiſen in ihren Schulen verbreiteten. **Anaximander**, des Thales Schüler, hat, nach den Berichten des Strabo und Diogenes Laertius, die erſte Zeichnung vom Umfange der Erde und des Meeres (d. i. von den Küſten der damals bekannten Länder) gemacht, und **Hekatäus** die erſte Erdbeſchreibung abgefaßt. **Pytheas** ward von Maſſilien, dem heutigen Marſeille, einer damaligen republikaniſchen Colonie der Phocenſer, ausgeſandt, um neue Entdeckungen gegen Norden zu machen. Er kam bis **Thule** (Island), und berichtete, er habe am längſten Tage die Sonne nicht untergehen

geſehen, welches die Wahrheit ſeiner Erzählung beſtätiget. Strabo führt aus ſeiner Schrift (γῆς περίοδος, Reiſe um die Welt) noch einiges an, worunter ſeltſame Dinge vorkommen, z. B. daß jenſeits Thule die Erde mit einer aus Erde und Waſſer gemiſchten Maſſe aufhöre. Durch die Carthaginienſer, als eine der Handlung ganz ergebne Nation und Colonie der Phönicier, ward die Kenntniß fremder Länder ebenfalls erweitert. Einige geographiſche Schriften dieſes Zeitalters hat **Hudſon** (Geographiae veteris ſcriptores graeci minores, III. Vol. Oxon. 1698—1712. 8.) herausgegeben. Vornehmlich aber ward die mathematiſche Geographie im Muſeum zu Alexandrien erweitert. Hier unternahm **Eratoſthenes** die erſte Berechnung der Größe der Erde, und **Hipparch** lehrte die Beſtimmung der Lage der Orte durch Länge und Breite, die Erfindung der Längen aus den Mondfinſterniſſen, und die Methode, die Kugel auf einer Ebne zu entwerfen. Hier brachte endlich **Ptolemäus** im zweyten Jahrhunderte nach C. G. die geographiſchen Kenntniſſe ſeiner Zeit in eine vollſtändige Sammlung (Γεωγραφικῆς ἐξηγήσεως ſ. Geographicae enarrationis libri VII.), welcher **Agathodämon** Zeichnungen oder Landkarten beygefügt hat. Nach dieſen hat ſich die den Alten bekannte Welt (orbis antiquus) nicht über 124° in die Länge und 84° in die Breite erſtreckt, ſelbſt die Länder mitgerechnet, deren Daſeyn nur vermuthet ward.

Was die phyſiſche Geographie betrift, ſo findet man in den Schriften des **Ariſtoteles** und **Plinius** eine Menge dahin gehöriger, aber großentheils unzuverläßiger und fabelhafter Nachrichten; auch haben die Schriftſteller der politiſchen Geographie, z. B. **Strabo** und **Mela**, ſehr vieles hieher gehörige eingeſchaltet.

Das mittlere Zeitalter zeichnet ſich, außer einer von dem Kalifen Al-Mamon veranſtalteten Erdmeſſung, hauptſächlich durch die Erfindung des Seecompaſſes aus, ſ. **Compas** Seit dieſem um den Anfang des 14ten Jahrhunderts fallenden Zeitpunkte machte die Schiffahrt, beſonders unter den Portugieſen, durch den Prinzen **Heinrich den Seefahrer**, anſehnliche Fortſchritte. Eine Art von Enthuſi-

asmus, welche bis ins 16te Jahrhundert gedauert hat, trieb eine Menge Abentheurer auf die Entdeckung neuer Länder aus, wovon die Folgen höchſt wichtig waren. Im Jahre 1486 entdeckte der Portugieſe **Bartholomäus Diaz** die Umfahrt um die ſüdliche Spitze von Afrika, und öfnete dadurch ſeiner Nation den Weg zum oſtindiſchen Handel, der bisher in den Händen der Venetianer geweſen war.

Bald hierauf folgte im Jahre 1492 die Entdeckung der **neuen Welt**, oder des vierten Welttheils durch **Chriſtoph Colom** oder **Columbus**, deren Geſchichte **Robertſon** (Geſchichte von Amerika aus d. Engl. III. Th. Leipzig, 1777. 8.) ſo vortreflich erzählt hat. **Stüven** (Diſſ. de vero novi orbis inventore. Frf. 1714. 4.) hat zwar die Ehre dieſer Entdeckung dem **Martin Behaim**, einem nürnbergiſchen Patricier, der ſich in Portugall und auf der azoriſchen Inſel Fayal aufhielt, viele Seereiſen unternahm und künſtliche Erdkugeln verfertigte, zuſchreiben wollen. **Doppelmayr** (Nachricht von den nürnbergiſchen Mathematicis und Künſtlern, Nürnb. 1730. Fol.) bildet eine ſolche Erdkugel des Behaim ab, auf welcher wirklich an der Stelle, wo Amerika liegt, feſtes Land, aber zuſammenhängend mit Aſien angegeben iſt. Er führt auch an, **Wagenſeil** (Sacra parentalia Behaimiana) habe aus dem Behaimiſchen Familienarchiv Urkunden abdrucken laſſen, denen zu Folge Behaim 1485 in Braſilien gelandet ſeyn, ja ſogar die magellaniſche Meerenge entdeckt haben ſolle. Dazu kömmt, daß **Ferrara**, ein ſehr glaubwürdiger ſpaniſcher Geſchichtſchreiber (Dec. I. L. I. c. 2.) den berühmten Koſmographen und Verfertiger künſtlicher Erdkugeln, **Martinus de Bohemia**, als einen Freund des Columbus nennt. Da aber die erwähnten Urkunden dem Behaim allzuviel beyzulegen ſcheinen, und das übrige keinen Beweiß ausmacht (indem die Meynung, daß ſich Aſien bis gegen das atlantiſche Meer erſtrecke, damals herrſchend war), ſo kan dies dem **Colom** den ſo ſehr verdienten Ruhm dieſer Entdeckung nicht entziehen. Bald hierauf folgte auch im Jahre 1519 die erſte Umſchiffung der Erde durch **Ferdinand Magellan**, welche die Kugelgeſtalt derſelben völlig außer Zweifel ſetzte.

Seit dieſer Zeit nun hat auch die Geographie mit der Sternkunde zugleich immer weitere Fortſchritte gemacht, und allmählich eine ganz andere Geſtalt gewonnen. Im vorigen Jahrhunderte trug **Riccioli** (Geographia et Hydrographia reformata. Venet. 1665. fol.) alles, was man zu ſeinen Zeiten davon wußte, in ein vollſtändiges und in ſeiner Art faſt einziges Werk zuſammen. Die zu eben der Zeit in Frankreich und England geſtifteten gelehrten Geſellſchaften machten es zu einer von ihren Hauptabſichten, die Kenntniß der Erdkugel möglichſt zu erweitern. Man veranſtaltete nicht nur weite und koſtbare Reiſen, ſondern kam auch nach und nach auf richtigere Methoden, die Größe der Erde zu beſtimmen, die geographiſchen Längen und Breiten der Orte zu finden, und dadurch die Landcharten zu verbeſſern. **Huygens** und **Newton** muthmaßten die ſphäroidiſche Geſtalt der Erde, welches zu den vielen beym Worte: **Erdkugel** erzählten Abmeſſungen und Unterſuchungen Gelegenheit gab, die uns in der Mitte des gegenwärtigen Jahrhunderts eine völlige Ueberzeugung von der abgeplatteten Geſtalt der Erde verſchafft haben. In den neuſten Zeiten ſind die geographiſchen Entdeckungen auf der Erdfläche durch unzählbare Beobachtungen auf ſo manchen von den Engländern, Franzoſen, Spaniern, Ruſſen und Schweden veranſtalteten See- und Landreiſen vervielfältiget, die Lagen vieler Orte genauer beſtimmt, und die Landkarten zu einer weit höhern Vollkommenheit gebracht worden. Dennoch iſt die Arbeit bey weitem nicht vollendet; noch ein ſehr großer Theil der Erdfläche iſt völlig unbekannt, und ſelbſt in vielen bekannten Ländern iſt die Lage der Orte noch ſo unbeſtimmt, daß unſern Nachkommen ein ſehr weites Feld zu Uebung ihres Fleißes offen bleibt.

Die mathematiſche Geographie iſt neuerlich von **Mallet** (Allgemeine oder mathematiſche Beſchreibung der Erdkugel, aus dem Schwed. von **Röhl**, Greifsw. 1774. 8.), vornehmlich aber von **Bode** (Anleitung zur allgemeinen Kenntniß der Erdkugel, mit einer Charte und Kupfern, Berlin, 1786. gr. 8.) ſehr ſchön und gründlich vorgetragen worden: und die erſten Grundſätze, worauf die Erdbe-

ſchreibung zu bauen iſt, hat **Maupertuis** (Elemens de Geographie. à Paris, 1742. 8.) in einer angenehmen Schreibart kurz zuſammengefaßt. Anfängern iſt auch **Walch** (Ausführliche mathematiſche Geographie. Göttingen, 1783. 8.) zu empfehlen.

Die phyſiſche Erdbeſchreibung iſt von **Lulofs** (Einleitung zur mathematiſchen und phyſikaliſchen Kenntniß der Erdkugel, aus dem Holländ. von **Käſtner**. Göttingen und Leipzig 1755. gr. 4.) und **Bergmann** (Phyſikaliſche Beſchreibung der Erdkugel, aus dem Schwed. von **Röhl**. Greifsw. 1769. gr. 8. Zweyte Ausgabe in II B. 1780. gr. 8.) ausführlich abgehandelt worden. Das Nöthigſte findet man auch von der mathematiſchen in den **Käſtneriſchen** und andern Lehrbüchern der angewandten Mathematik; von der phyſiſchen in den **Erxlebenſchen** Anfangsgründen der Naturlehre; und von beyden zugleich in **Wiedeburgs** Einleitung in die phyſiſch-mathematiſche Kosmologie (Gotha, 1776. gr. 8.).

Geologie, Geologia, *Géologie*. Dieſer Name, der ſo viel, als Lehre von der Erde, bedeutet, iſt von einigen Schriftſtellern der phyſiſchen Erdbeſchreibung, von andern der mathematiſchen und phyſiſchen zugleich, oder der ſogenannten allgemeinen Geographie (ſ. **Geographie**) beygelegt worden. So nennt **de Lüc** ſeine und Herrn de Sauſſüre Unterſuchungen über die Beſchaffenheit der Erde **geologiſch** (Ideen über die Meteorologie, B. I. S. 433.), und Herr **Sack** hat unter der Aufſchrift: Geologie oder Betrachtung der Erde (Breslau, 1785. 8.) eine in die mathematiſche und phyſiſche Erdkunde einſchlagende Schrift herausgegeben, worinn er behauptet, daß die Sonne uns viel näher ſey, als man gewöhnlich angiebt, daß die Erde ſich mit ihrem Luftkreiſe auf dem Umfange ihrer Bahn um die Sonne fortwälze u. dgl.

Gerinnung, Coagulatio, Coagulum, *Coagulation*. Dieſen Namen gebrauchen die Chymiſten, um diejenigen Operationen überhaupt anzuzeigen, durch welche ſie

Körper aus dem flüßigen Zuſtande in den feſten verſetzen. So heißt z. B. die Kryſtalliſation der Salze eine Gerinnung. Arten des Coagulirens ſind: Das Gefrieren, Geſtehen, Feſtwerden, Eindicken, Niederſchlagen, Laaben, Buttern u. ſ. f.

Es wird aber der Name **Gerinnung** insgemein nur einigen Arten derſelben beygelegt. Dahin gehören 1) das **freywillige** Gerinnen des Bluts, der Milch und einiger Pflanzenſäfte an der Luft. Das Blut iſt dieſer Gerinnung ausgeſetzt, ſobald es irgendwo ſtagnirt, oder ſeinen natürlichen Umlauf im Körper nicht fortſetzt, 2) die Gerinnung des Eyweißes, der Milch, und anderer thieriſcher Säfte **durch die Wärme**. Nach Martin's Beobachtungen iſt dazu eine Wärme von 156 Grad nach Fahrenheit erforderlich. 3) Die Gerinnung der Oele durch Säuren, der Milch durch Säuren, Laugenſalz und Weingeiſt u. ſ. w.

Die Theorie der Gerinnungen liegt noch faſt gänzlich im Dunkeln. Man kan zwar einige aus den ſonſt bekannten Lehren von der Wahlanziehung und den Niederſchlägen mit ziemlicher Deutlichkeit erklären; bey den meiſten aber bleiben doch Phänomene übrig, von denen ſich ſchwerlich Rechenſchaft geben läßt. Die Gerinnung der Oele durch die Säuren z. B. läßt ſich daraus begreiflich machen, daß ſich die Säuren gern mit den in den Oelen enthaltenen Stoffen verbinden, wodurch Neutral- oder Mittelſalze entſtehen, die mit dem erdichten Grundſtoff des Gemiſches einen Körper von einiger Conſiſtenz bilden. Bey der Gerinnung der Milch u. a. aber bleibt es immer wunderbar, wie einige Tropfen Säure u. dgl. der größten Quantität Milch faſt in einem Augenblicke ihre Flüßigkeit entziehen können.

Die feſte oder conſiſtente Subſtanz, welche durch eine Gerinnung aus zwoen vermiſchten Flüßigkeiten entſtanden iſt, heißt eine **geronnene Subſtanz**, ein **Coagulum**.

Briſſon dict. de phyſ. art. *Coagulation*.

Geruch, Odoratus, Olfactus, *Odorat*. Der Sinn, durch welchen wir die Gerüche, vermittelſt der Aus-

flüſſe der Körper, empfinden. Das Werkzeug deſſelben iſt die **Schleimhaut** (membrana pituitaria, *membrane pituitaire*) im Innern der Naſe, welche aus einem feinen Gewebe von Fibern des **Geruchsnerven** (nervus olfactorius, *nerf olfactif*) beſteht. Die Nervenſpitzen, welche ſich an der Oberfläche dieſer Haut, wie kleine Wärzchen, endigen, nehmen den Eindruck der riechenden Ausflüſſe an, und pflanzen denſelben bis zum Gehirn fort. Bey Thieren, welche einen feinen Geruch haben, iſt die Schleimhaut ſehr weit ausgebreitet, und mit häufigen ſehr frey liegenden Nerven verſehen.

Der Geruch iſt dem Geſchmack ſehr ähnlich, und oft verlieren ſich die Empfindungen beyder Sinne ganz in einander, wie beym Genuß geiſtiger und flüchtig-alkaliſcher Speiſen, z. B. eines ſtarken Bieres oder Senfs. Die Thiere pflegen die Beſchaffenheit der Nahrungsmittel, die ſie vor ſich finden, vorher durch den Geruch zu unterſuchen. Daher will **Le Cat** den Geruch für keinen beſondern Sinn, ſondern für eine Art des Geſchmacks halten. Er nennt ihn: *le goût des odeurs et l' avant-goût des ſaveurs.* In der That iſt auch die Schleimhaut eine Fortſetzung der innern Haut des Gaumens, welche das Werkzeug des Geſchmacks iſt. Von dem Gegenſtande des Geruchs ſ. den folgenden Artikel: **Gerüche.**

Der Geruch kan durch Krankheiten oder zufällige Urſachen geſchwächt werden. Ein häufiger Gebrauch allzuſtarker Gerüche macht die Nervenſpitzen durch die lange Gewohnheit unempfindlich. Beym Schnupfen wird die Schleimhaut mit einem zähen und häufigen Schleime überzogen, der theils ihre ganze Subſtanz aufſchwellet und ſie zur Empfindung der Gerüche unfähig macht, theils auch die Luft abhält, die Ausflüſſe der Körper an die Nerven zu bringen.

Nollet Leçons de phyſique. Paris, 1743. 12. T. I. Leç. 2. p. 164.

Gerüche, Odores, Corporum partes odoriferae, *Odeurs.* Diejenigen Ausflüſſe der Körper, welche durch

ihre Wirkung auf die Nerven der Schleimart in uns die Empfindung des Geruchs erregen. Ohne Zweifel beſtehen die Gerüche aus feinen, ſalzigen und flüchtigen Theilen, welche durch Wärme, Gährung u. ſ. w. von den Körpern getrennt werden, und noch andere Theile mit ſich fortreiſſen, ſ. Ausflüſſe. Die Wirkung des Feuers, die Gährung ꝛc. verbreiten faſt allezeit Gerüche auch aus Körpern, die ſonſt ohne Geruch ſind, weil ſie die Ausdünſtung vermehren; bey der wirklichen Zerſetzung der Körper werden dieſe Gerüche nicht nur heftiger und durchdringender, ſondern es ändert ſich auch ihre Art und Beſchaffenheit, weil dabey weit mehr und feinere Theile entbunden werden, die ſich in der Luft auf eine andere Art unter einander vereinigen.

Man hat für die Arten der Gerüche keine ſo beſtimmten Namen, wie für die Gegenſtände des Geſchmacks und der übrigen Sinne, und begnügt ſich damit, die unbekanntern durch Vergleichung mit bekanntern, z. B. der Roſen, Veilchen, des Moſchus, des Schwefels, der verſengten Federn u. ſ. w. zu bezeichnen. Dies zeigt, daß die Menſchen dieſen Sinn weniger, als die übrigen, benutzen.

Von der Feinheit der Ausflüſſe, die den Geruch verbreiten, iſt ſchon bey dem Worte: Ausflüſſe, geredet worden. Die von den Körpern getrennten Theilchen ſchweben in der Luft; dieſe iſt das Vehikel, durch welches ſie, vermittelſt des Athemholens, eingeſogen und an das Werkzeug des Geruchs gebracht werden.

Nollet Leçons de phyſ. T. I. Leç. 2.

Geſchmack, Guſtus, Guſtatus, *Goût.* Der Sinn, durch welchen wir das Schmeckende oder Schmackhafte der Körper, (Sapor, *Saveur*), durch die Berührung mit der Zunge oder dem Gaumen empfinden. Dieſer Sinn iſt der thieriſchen Oekonomie vorzüglich nothwendig, da ihre Erhaltung vom Genuſſe der Nahrung abhängt, welchen der Geſchmack angenehm macht, und zugleich die Thiere in Stand ſetzt, die dienlichen Nahrungsmittel zu unterſcheiden.

Das Werkzeug des Geſchmacks iſt die innere Haut, die die Zunge und den Gaumen umkleidet. Nach **Le Cat** (Traité des ſens. à Paris, 1767. 8.) erſtreckt ſich dieſelbe unterwärts bis in den Schlund und Magen, oberwärts bis in die Naſe, unter dem Namen der Schleimhaut, ſ. **Geruch**, und empfindet deſto lebhafter, je näher ſie dem Gehirne kömmt. Dieſe Haut iſt mit häufigen Nerven verſehen, welche ſich, beſonders an der Oberfläche der Zunge, in viele Wärzchen, die **Geſchmackkörner**, endigen. Zwiſchen denſelben öfnen ſich feine Gefäße, die einen Saft abſondern, welcher die Zunge anfeuchtet, die Geſchmackkörner erweichet, und die ſchmackhaften Stoffe auflöſet, welche auf dieſe Art die Geſchmackkörner ſehr genau berühren, und einen Eindruck machen, den die Nerven bis zum Gehirn fortpflanzen.

Der Gegenſtand des Geſchmacks oder das Schmackhafte in den Körpern machen eigentlich die **Salze** aus, obgleich die Arten des Geſchmacks unendlich mannigfaltiger ſind, als die uns bekannte Anzahl und Verſchiedenheit der Salze. Es kan aber die Empfindung, die ein jedes Salz auf der Zunge erregt, durch Beymiſchungen anderer Salze, auch an ſich unſchmackhafter Stoffe, in verſchiedener Anzahl und Doſis, mannigfaltig abgeändert werden, ſo wie aus wenigen einfachen Farben unzähliche zuſammengeſetzte entſtehen. Die reinen Salze wirken auf die Zunge ſehr heftig, und jede Subſtanz hat einen deſto lebhaftern Geſchmack, je mehr ſie ſalzige Beſtandtheile enthält.

Durch den allzuhäufigen Gebrauch lebhaftſchmeckender Speiſen und Getränke, wird das Organ des Geſchmacks abgeſtumpft. Daher ſchmeckt denen der Wein nicht, die an den Branntwein gewöhnt ſind; die Waſſertrinker hingegen haben den feinſten Geſchmack.

Nollet Leçons de Phyſ. à Paris. 1743. 12. T. I. p. 157. ſq.

Geſchwindigkeit, Celeritas, Velocitas, *Viteſſe*. Dieſes Wort drückt einen relativen Begrif aus, der von der Vergleichung des Raumes uud der Zeit bey den Bewegungen der Körper abhängt, ſ. **Bewegung** (Th. I. S. 327.

Num 6.). Jede Bewegung erfordert eine gewiſſe Zeit, und führt in derſelben den Körper durch einen gewiſſen Raum. Iſt nun dieſer Raum in kurzer Zeit groß, ſo ſchreibt man dem bewegten Körper eine große **Geſchwindigkeit** zu; eine geringe hingegen, wenn der durchlaufene Raum in längerer Zeit klein iſt. Durchläuft ein Körper einen doppelt, dreyfach ꝛc. ſo großen Raum, als ein anderer in eben der Zeit, ſo ſagt man, ſeine Geſchwindigkeit ſey doppelt, dreymal ꝛc. ſo groß, als die des andern. So iſt Geſchwindigkeit nichts anders, als Verhältniß zwiſchen Zeit und Raum der Bewegung, und man kan nicht ſagen, wie groß eine Geſchwindigkeit an ſich, ſondern nur, wie vielmal ſie größer oder kleiner, als eine andere, ſey.

Durchläuft ein Körper in gleichen Zeiten immer gleiche Räume, ſo nennt man ſowohl ſeine Bewegung, als ſeine Geſchwindigkeit **gleichförmig**, ſo wie im entgegengeſetzten Falle **ungleichförmig**. Der Geſchwindigkeit aber kommen eigentlich dieſe Benennungen nicht zu. Jede Geſchwindigkeit iſt gleichförmig; und wenn ſich die Bewegung verändert, ſo hat der Körper nicht eine **ungleichförmige**, ſondern in jeder Stelle des Weges eine **andere** Geſchwindigkeit. Was man alſo bisweilen ungleichförmige Geſchwindigkeit nennt, iſt nicht mehr eine einzige, ſondern eine Folge oder Reihe verſchiedener Geſchwindigkeiten.

Wenn man dies mit dem Beweiſe vergleicht, der ſich bey dem Worte: **Bewegung, gleichförmige**, (Th. I. S. 332 und 333. Num. II.) findet, ſo fließt daraus, daß ſich überhaupt **Geſchwindigkeiten, wie die Quotienten der Räume durch die Zeiten verhalten**, und daß man jede Geſchwindigkeit c (wenn der Raum = s und die Zeit = t heißt) durch $\frac{s}{t}$ ausdrücken könne, wofern man nur den Raum in einem bekannten Maaße, die Zeit aber in Secunden beſtimmt, und diejenige Geſchwindigkeit = 1 ſetzt, mit welcher der Raum 1 in einer Secunde Zeit durchlaufen wird. Nimmt man zum Maaße des Raumes

ein Tauſendtheilchen des rheinländiſchen Schuhes an, ſo hat ein Körper, der 20 ſolche Tauſendtheilchen in 5 Sec. zurücklegt, die Geſchwindigkeit $\frac{20}{5} = 4$.

Bey veränderten Bewegungen ſind die Geſchwindigkeiten an jeder Stelle des Weges verſchieden. Wenn ſie wachſen, wird die Bewegung **beſchleunigt**, wenn ſie abnehmen, **retardirt** oder **vermindert**. Man ſagt bisweilen auch, die Geſchwindigkeit werde beſchleunigt und retardirt; aber eigentlich können dieſe Ausdrücke nur von der Bewegung gelten. Nimmt die Geſchwindigkeit in gleichen Zeiten immer um gleichviel zu oder ab, ſo heißt die Bewegung **gleichförmig-beſchleunigt** oder **gleichförmig-vermindert**; ſonſt **ungleichförmig-beſchleunigt, ungleichförmig-vermindert**, ſ. **Beſchleunigung, Retardation.**

Bey der gleichförmig-beſchleunigten Bewegung, und alſo auch beym freyen Falle der Körper, (ſ. **Fall der Körper**) **verhält ſich die Geſchwindigkeit** v an jeder Stelle, **wie die Zeit** t vom Anfange der Bewegung gerechnet, und die **Quadratzahl der Geſchwindigkeit**, v^2, **wie der zurückgelegte Raum.** Iſt durch eine ſolche Bewegung in 1 Sec. Zeit der Raum g zurückgelegt worden, ſo iſt

$$v = 2gt \text{ und } v^2 = 4g^2t^2 = 4gs.$$

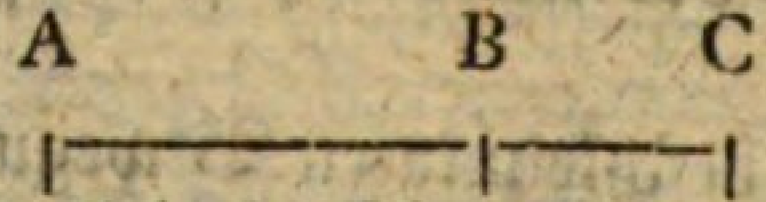
Auch iſt ſie an jeder Stelle ſo groß, daß ſie den Körper in der Zeit t doppelt ſo weit würde geführt haben, als er wirklich gegangen iſt. Dies alles iſt beym Worte: **Bewegung, gleichförmig-beſchleunigte** (Th. I. S. 336 u. 337.) erwieſen.

Bey gleichförmig-verminderter Bewegung, wo die anfängliche Geſchwindigkeit $= c$ iſt, wird ſie nach Verlauf der Zeit t, bis zur Größe $c - 2gt$ abnehmen, und ihre **Verminderungen verhalten ſich, wie die Zeit.**

Bey ungleichförmig-beſchleunigten oder verminderten Bewegungen kömmt es auf das Geſetz an, nach welchem ſich die beſchleunigende oder retardirende Kraft ändert, da-

her im Allgemeinen hierüber nichts beſtimmt werden kan. Ein Beyſpiel der Berechnung der Geſchwindigkeit für einen einzelnen Fall dieſer Art findet ſich bey dem Worte: **Bewegung, ungleichförmig-beſchleunigte** (Th. I. S. 345.). Bey den Centralbewegungen **verhalten ſich die Geſchwindigkeiten umgekehrt, wie die Perpendikel** aus dem Mittelpunkte der Kräfte **auf die Tangenten** der Curve an den zugehörigen Stellen des Weges, ſ. **Centralbewegung** (Th. I. S. 470—472.).

So, wie man die Bewegungen in **abſolute** und **relative**, ingleichen in **wirkliche** und **ſcheinbare** eintheilt, ſo kan man auch ihre Geſchwindigkeiten auf eben dieſe Art abtheilen und benennen, ſ. **Bewegung.** Vorzüglich iſt der Begriff von **relativer Geſchwindigkeit** in der Anwendung von großem Nutzen.



Geht nemlich ein Körper in einer Secunde von A nach C, indem ein anderer von A nach B geht, ſo ſind AC und AB ihre abſoluten Geſchwindigkeiten. Da aber die relative Bewegung des erſten gegen den zweyten (ſ. **Bewegung, relative**) nur durch BC=AC—AB gegangen iſt, ſo kan man den zweyten als ruhend annehmen, und dem erſten die **relative Geſchwindigkeit** BC beylegen, welche dem Unterſchiede der beyden abſoluten AC und AB gleich iſt. So hat man ſtatt zwoer nur eine Geſchwindigkeit zu betrachten, welches die Rechnungen und Conſtructionen ſehr erleichtert, und überall gebraucht werden kan, wo blos der Stand zweener Körper gegen einander ſelbſt, nicht gegen einen dritten, zu betrachten iſt.

Die **ſcheinbaren** Bewegungen, ſ. **Bewegung, ſcheinbare,** z. B. durch ST (Taf. IV. Fig. 57.), werden von dem Auge O, ſo lang ſich nicht Urtheile aus Nebenumſtänden einmiſchen, blos nach der Größe des Winkels SOT empfunden. Bey Beſtimmung einer **ſcheinbaren Geſchwindigkeit** hat man alſo dieſen Winkel, oder den ihn meſſenden Bogen SV in Graden ausgedrückt, als den Raum anzuſehen, der, nach Annehmung ſchicklicher Ein-

heiten, durch die Zeit dividirt, die ſcheinbare Geſchwindigkeit geben wird. Dies iſt der Fall bey den Bewegungen der Himmelskörper, wo z. B. die tägliche Bewegung im Aequator in einer Secunde Zeit 15'' im Bogen beträgt, und alſo die ſcheinbare Geſchwindigkeit, wenn man die Secunde des Bogens zur Einheit nehmen wollte, = 15 seyn würde.

Bisweilen ſieht man bey der Bewegung eines Körpers um einen andern S, Taf. IX. Fig. 34, auf die Größe der Winkel ASB, BSC, CSD u. ſ. w., welche die aus dem ruhenden Körper S nach dem bewegten A gezogne Linie in ſucceſſiven Zeiträumen beſchreibt. Eine ſo betrachtete Bewegung heißt **Winkelbewegung**, (motus angularis, *mouvement angulaire*), und da hiebey der zurückgelegte Winkel als der Raum angeſehen wird, ſo giebt er durch die Zeit dividirt die ſogenannte **Winkelgeſchwindigkeit** (celeritas ſ. velocitas angularis, *viteſſe angulaire*), welche entweder immer gleich bleiben, oder nach gewiſſen Geſetzen zu- und abnehmen kan, daher ſich die Winkelbewegungen eben ſo, wie die in Linien, in gleichförmige und ungleichförmige u. ſ. w. eintheilen laſſen.

Einer jeden Geſchwindigkeit c bey der Bewegung in Linien kömmt eine gewiſſe Höhe h zu, durch welche die ſchweren Körper auf der Erdfläche fallen müſſen, wenn ſie durch den Fall dieſe Geſchwindigkeit erhalten ſollen. Sie wird durch die Formel

$$h = \frac{c^2}{4g}$$

gefunden, ſ. **Fall der Körper.**

Geſetze der Natur, ſ. **Naturgeſetze.**

Geſetze der Bewegung, ſ. **Bewegung.**

Geſetze der Brechung, ſ. **Brechung des Lichts**

Geſetze der Centralbewegung, ſ. **Centralbewegung.**

Geſetze des Drucks flüßiger Maſſen, ſ. **Druck.**

Geſetze der Elektricität, ſ. **Elektricität.**

Geſetze der Erhaltung lebendiger Kräfte, ſ. Kraft, lebendige.

Geſetze, galiläiſche, des Falls der Körper, ſ. Fall der Körper.

Geſetze der Federkraft feſter Körper, ſ. Elaſticität.

Geſetz des Gleichgewichts der Kräfte, ſ. Gleichgewicht.

Geſetz des Gleichgewichts am Hebel, ſ. Hebel.

— — — flüßiger Materien, ſ. Röhren, communicirende.

Geſetz des Gleichgewichts flüßiger Körper mit feſten, ſ. Gleichgewicht, Schwimmen.

Geſetze, kepleriſche, der Bewegungen himmliſcher Körper, ſ. Kepleriſche Regeln.

Geſetze des Magnets, ſ. Magnet.

Geſetz, mariottiſches, der Zuſammendrückung der Luft, ſ. Luft.

Geſetz, newtoniſches, der Gravitation, ſ. Gravitation.

Geſetze der Pendel, ſ. Pendel.

Geſetze des Stoßes, ſ. Stoß.

Geſetz der Stetigkeit, ſ. Stetigkeit.

Geſetz der kleinſten Wirkung, ſ. Wirkung.

Geſetz der Trägheit, ſ. Trägheit.

Geſetz der Zurückwerfung, ſ. Zurückwerfung.

Geſicht, Viſus, Viſio, *Vue.* Der Sinn, durch welchen wir die ſichtbaren Gegenſtände vermittelſt des Lichts wahrnehmen. Da wir durch dieſen Sinn, den edelſten unter allen übrigen, die meiſten Begriffe erhalten, und vornehmlich die wichtigſten Erfahrungen über phyſikaliſche Gegenſtände anſtellen, ſo war es nöthig, von ihm etwas umſtändlicher, als von den andern, zu handeln. Ich habe daher dem Werkzeuge deſſelben, und der Wirkung des Lichts auf daſſelbe den beſondern Artikel: Auge gewidmet, und eben ſo werde ich von den Empfindungen, die das Licht durchs Auge in uns erregt, und von unſern Urtheilen über

dieſe Empfindungen unter dem Artikel: **Sehen** reden. Die Lehre vom Sinne des Geſichts iſt alſo gröſtentheils unter dieſe beyden Abſchnitte vertheilt, und wenn man hiezu noch dasjenige nimmt, was bey den Worten: **Entfernung, ſcheinbare; Größe, ſcheinbare; Bild; Geſichtsbetrüge; Geſichtsfehler** beygebracht iſt, ſo wird man von den wichtigſten und nöthigſten Theilen dieſer ſehr weitläuftigen Lehre ſoviel antreffen, als hier mitzutheilen möglich war.

Geſichtsaxe, ſ. Axe.

Geſichtsbetrüge, optiſche Täuſchungen, Fallaciae opticae, Fallaciae viſus, *Illuſions optiques.* Die falſchen Urtheile, welche wir über die Beſchaffenheit und den Zuſtand der geſehenen Gegenſtände fällen, heißen **Geſichtsbetrüge**, wenn wir aus denen im Auge erregten Empfindungen, in ungewöhnlichen Fällen, dennoch nach den gewohnten Regeln ſchließen. Wir vergleichen von Jugend auf das Geſicht mit dem Gefühl, und erlangen dadurch eine Fertigkeit, den Ort, die Größe, Entfernung ꝛc. der geſehenen Gegenſtände zu beurtheilen. Die Anwendung dieſer Fertigkeit trügt in den gewöhnlichen Fällen faſt niemals; wir wenden ſie aber mit einer ungemeinen Schnelligkeit auf **alle** Fälle, alſo oft auch auf ſolche an, bey welchen große Ausnahmen von den gewöhnlichen Regeln vorkommen. Hier urtheilen wir nothwendig falſch: weil wir uns aber dieſes Urtheilens nicht deutlich bewußt ſind, und es mit dem **Sehen** ſelbſt verwechſeln, ſo glauben wir bey Entdeckung des Irrthums, falſch **geſehen** zu haben, und von unſerm Auge getäuſcht zu ſeyn. Daher hat man dieſen Irrungen den Namen der Geſichtsbetrüge beygelegt, und über die Betrüglichkeit der Sinne geſtritten, obgleich die Darſtellung allezeit richtig, d. h. den Geſetzen des Lichts und der Einrichtung des Auges angemeſſen, iſt, ſo daß der Fehler blos in dem Urtheile liegt, das wir über die Darſtellung fällen.

Die meiſten Geſichtsbetrüge fallen bey der Betrachtung des Himmels und der Geſtirne vor. Hierbey haben

uns alle Mittel, das Geſehene mit dem Gefühl zu vergleichen, gänzlich gefehlt; wir haben uns daher für dieſe ganze Claſſe von Gegenſtänden keine beſondern Regeln bilden können, und es iſt natürlich, daß wir bey jedem Urtheile irren, das wir darüber nach dem Augenmaaße, d. i. nach den gewöhnlichen für nahe irdiſche Gegenſtände geltenden Regeln fällen. So glauben wir die Fixſterne nahe bey einander zu ſehen, weil uns die Darſtellung im Auge nichts angiebt, woraus wir auf einen beträchtlichen Abſtand derſelben von einander ſchließen könnten; wir glauben, Bewegungen der Geſtirne wahrzunehmen, weil ſich ihre Lage gegen das Auge ändert, das wir für ruhend halten, in welchem Falle wir bey irdiſchen Gegenſtänden auf ihre Bewegung zu ſchließen gewohnt ſind; wir ſehen Sonne und Mond für platte Scheiben an, weil wir durch keinen Umſtand veranlaßt werden, zu bemerken, daß ihre Mitte hervorſtehe, und dem Auge näher, als die Ränder ſey — welches bey nahen Dingen ein untrügliches Zeichen einer platten Oberfläche iſt; wir halten endlich das Gewölbe des Himmels für eingedrückt, und das, was am Horizonte erſcheint, für größer, als das, was gegen den Scheitelpunkt ſteht, weil wir uns hiebey nach Regeln richten, die nur aus den gewöhnlichen Fällen auf der Erde gezogen, und nur für dieſe richtig ſind, ſ. **Himmel; Größe, ſcheinbare; Entfernung, ſcheinbare.** Ueberhaupt ſind am Himmel die Geſichtsbetrüge unzählbar, daher denn auch die ſphäriſche Sternkunde von der theoriſchen gänzlich abgeſondert werden muß.

Aber auch bey Betrachtung irdiſcher Gegenſtände kommen die von den gewöhnlichen Regeln abweichenden Fälle häufig genug vor. Es würde unmöglich ſeyn, alle anzuführen; ich will daher nur einiger der merkwürdigſten gedenken.

Es iſt eine ſehr bekannte Erfahrung, daß wir aus den Zeiten der frühen Jugend eine Erinnerung an die Größe der Zimmer, Säle und Plätze unſerer Wohnungen übrigbehalten. Kehren wir aber nach einer langen Abweſenheit an den Ort unſrer Erziehung zurück, ſo überraſcht uns die

unerwartete Kleinheit derſelben, welche mit jener Vorſtellung von ihrer Größe gar nicht mehr übereinſtimmt. Dennoch hat ſich hiebey ſeit jenen Zeiten nichts weiter geändert, als unſere Fertigkeit und Art, von der Größe der Gegenſtände zu urtheilen.

So ſcheinen uns auch Dinge, die wir von unten in der Höhe, oder von einem hohen Gebäude herab in der Tiefe ſehen, ungewöhnlich klein. Dies iſt nemlich eine für uns ungewöhnliche Art des Sehens, und wir ſchätzen ſie nach den Regeln, an die wir uns beym Sehen in horizontaler Richtung gewöhnt haben. Nach dieſen Regeln halten wir die hoch oder tief ſtehenden Dinge für näher, als ſie wirklich ſind, und legen ihnen darum eine geringere Größe bey, ſ. **Größe, ſcheinbare.** D. **Jurin** (ſ. **Prieſtley** Geſch. der Optik, durch **Klügel**, S. 297.) erklärt dies ſehr deutlich. „Man laſſe," ſagt er, „einen Knaben, der nie „auf einem hohen Gebäude geweſen, die Spitze des Mo„numents in London beſteigen, ſo werden ihm Menſchen „und Pferde auf der Gaſſe ſo klein vorkommen, daß er ſich „höchlich wundern wird. Aber nach 10 oder 20 Jahren, „wenn er mehrmal von ſo großen Höhen herunter zu ſehen „ſich gewöhnt hat, werden ihm dieſelben Gegenſtände nicht „mehr ſo klein ausſehen. Und wenn er ſie von ſolchen Hö„hen herab ſo oft ſähe, als er ſie mit ſich auf derſelben Eb„ne auf den Gaſſen ſiehet, ſo würden ſie ihm von der Spi„tze des Monuments herab nicht kleiner vorkommen, als „wenn er ſie aus einem Fenſter im erſten Stocke betrach„tete."

Ueberhaupt halten wir nach **Bouguers** Bemerkung (Mém. de Paris. 1755. p. 156. ſqq.) ſehr große Entfernungen immer für kleiner, als ſie ſind, weil uns in der Ferne die Data, die auf das Urtheil von größerm Abſtande leiten, immer mehr fehlen. Daher kömmt es, daß eine lange Allee ſich zuſammenzuziehen, und ein weiter horizontaler Grund, z. B. die Fläche des Meeres, ſich zu erheben ſcheint, weil wir die fernern Theile für näher halten, und uns alſo das Zuſammenlaufen oder die Erhebung ſtärker vorkömmt, als ſie bey der geglaubten Nähe nach den gewöhnlichen Re-

geln (oder nach der Perſpectiv) ſeyn ſollte. Aus eben dem Grunde ſcheinen ſich die obern Theile eines ſenkrechten Gebäudes dem nahe ſtehenden Beobachter vorwärts zu neigen. Darum ſcheinen auch ſteile Flächen, von unten hinauf betrachtet, noch ſteiler, als ſie wirklich ſind, da man hingegen von oben herab einen weniger jähen Abhang zu ſehen glaubt.

Wenn man ein Geldſtück, Petſchaft u. dgl. durch Gläſer betrachtet, ſo glaubt man ſehr oft das erhabne Gepräge vertieft, oder die vertieften Figuren des Petſchafts erhaben zu ſehen. **Joblot** (Deſcription de pluſieurs nouveaux microſcopes, 1712.) führt dieſes ſchon an, und bemerkt, daß bey fortgeſetzter Beobachtung die Erſcheinungen des Erhabnen und Vertieften immer abwechſeln. **P. F. Gmelin** (Philoſ. Trans. 1747.) hat hievon ebenfalls Nachricht gegeben. Dieſe Erſcheinung kömmt daher, daß man das einfallende Licht von der unrechten Seite her annimmt. Denn unſer Urtheil vom Erhabnen und Vertieften richtet ſich nach der Wahrnehmung des Lichts und Schattens; der Schatten auf der Lichtſeite deutet Vertiefung, der auf der Schattenſeite Erhöhung an. Soll alſo der Verſuch gelingen, ſo muß man nicht zugleich ſehen, wo das Licht wirklich herkömmt, d. h. man muß den Gegenſtand nicht mit freyem Auge, ſondern durch ein Mikroſkop, oder durch die Röhre mit drey Ocularen aus einem Erdrohre u. dgl. betrachten. Man hat es nicht ganz in ſeiner Gewalt, das Licht auf der Seite, wo man es eben haben will, anzunehmen; wenn man aber den Blick erſt auf den Rand richtet, und nur allmählig nach der Mitte führt, ſo kan man allezeit bewirken, daß der Gegenſtand wirklich ſo, wie er iſt, erſcheint; vielleicht darum, weil alsdann das Daſeyn oder der Mangel der Schlagſchatten deutlicher bemerkt, und aus jenem Erhabenheit, aus dieſem Vertiefung richtig geſchloſſen wird.

Wenn man eine zum Theil mit Waſſer gefüllte Flaſche vor einem Hohlſpiegel ſo hält, daß ſich von ihr ein verkehrtes Bild zeigt, ſo ſcheint im Bilde der volle Theil leer, und der leere voll. **Abat** (Amuſemens philoſoph. p. 242. f.)

erklärt dies daraus, daß wir nicht gewohnt ſind, Waſſer in einem Gefäße oben, und Luft unten zu ſehen, daher unſer Theil ſo ausfällt, als ob das Waſſer unten wäre, wo ſich im Spiegel der leere Theil abbildet. Kehrt man die Flaſche um und läßt ſie auslaufen, ſo ſcheint das Bild ſich zu füllen; ſobald ſie aber leer iſt, ſieht man auch ihr Bild leer.

Wie unrichtig man oft über die Bewegung der Körper aus ihrer ſcheinbaren Bewegung urtheile, bewegte Körper für ruhend, ruhende für bewegt, vorwärts gehende für zurückgehend u. dgl. halte, wird in allen Lehrbüchern der Optik durch viele Beyſpiele gezeigt. **Porterfield** (On the eye, Vol. II. p. 122.) hat dieſe Lehre von der ſcheinbaren Bewegung ſehr ſchön in eilf Sätze gebracht, die man im **Prieſtley** (Geſchichte der Optik, durch **Klügel**, S. 501. f.) findet. Wenn ſich z. B. das Auge gerade fort beweget, und man ſich der Bewegung bewußt iſt, ſo werden entfernte Körper ſich nach eben derſelben Richtung mit zu bewegen ſcheinen, weil ihr Bild, der Bewegung des Auges ungeachtet, immer auf eben derſelben Stelle der Netzhaut bleibt, oder weil wir ſie immer nach eben derſelben Gegend zu ſehen, wie einen Gefährten, der uns zur Seite geht. So ſcheint der Mond an unſerer Seite über Häuſer und Bäume mit uns fortzugehen. Bewegt ſich das Auge geſchwind, und iſt man ſich der Bewegung nicht bewußt, ſo ſcheinen einem die ruhenden Körper an den Seiten entgegenzukommen, wie auf einem Schiffe die Ufer u. ſ. w. Bisweilen kan eine Bewegung von ferne betrachtet, nach der entgegengeſetzten Richtung zu gehen ſcheinen, z. B. wenn man den vordern Flügel einer Windmühle für den hintern, die nähere Seite eines Kronleuchters, der ſich drehet, für die entferntere nimmt.

Die Bilder heller Gegenſtände breiten ſich auf der Netzhaut aus. Darum ſieht an einer halb weißen, halb ſchwarzen Scheibe der weiße Theil von weitem größer, als der ſchwarze aus; und am drey- oder viertägigen Monde ſcheint die helle Sichel einem größern Kreiſe zuzugehören, als der von der Erde erleuchtete dunklere Theil. Hiebey kömmt

auch viel darauf an, ob das Sehen recht deutlich iſt; in dieſem Falle wird nach **Jurin** der Betrug verſchwinden, weil alsdann die Stralen, die aus einem Punkte kommen, mehr auf einen einzigen Punkt der Netzhaut concentrirt werden, und ſich alſo nicht mehr ſo ſtark, als ſonſt, verbreiten. Daher fällt die Erſcheinung weg, wenn man den Gegenſtand durchs Fernrohr ſieht. Eben dies iſt die Urſache, warum helle Sterne dem bloßen Auge mit einiger Größe, durchs Fernrohr aber weit kleiner oder gar nur als Punkte erſcheinen. Dieſer Umſtand hat die alten Aſtronomen verleitet, die ſcheinbaren Durchmeſſer der Planeten weit größer als ſie ſind, zu ſchätzen.

Auch dauren die Eindrücke heller Gegenſtände auf die Netzhaut noch eine kleine Zeit fort, wenn ſchon das Bild ſeine Stelle verlaſſen hat. Daher bildet eine im Kreiſe geſchwungne Kohle einen völligen Feuercirkel. **Von Segner** (De raritate luminis. Gotting. 1740.) und **d'Arcy** (Mém. de Paris, 1765. p. 450.) haben Verſuche hierüber angeſtellt. Der Erſte ſchloß aus der Geſchwindigkeit, mit welcher die Kohle geſchwungen werden mußte, wenn der Kreis ununterbrochen ſcheinen ſollte, daß die Eindrücke des Lichts etwa eine halbe Secunde dauren; d'Arcy ſetzt dieſe Zeit auf $2\frac{2}{3}$ Secunden. Aus eben dem Grunde ſehen wir die Funken, den Blitz u. dgl. ſtralenförmig, und die glänzenden Meteore ſcheinen einen hellen Schweif nach ſich zu ziehen.

Wenn man in ein Kartenblatt zwey oder mehrere Löcher ſticht, die nicht weiter von einander ſind, als die Oefnung des Augenſterns breit iſt, das Blatt nahe vors Auge hält, und dadurch einen hellen Gegenſtand, z. B. eine Lichtflamme, in einiger Entfernung betrachtet, ſo ſieht man gemeiniglich ſoviel Lichtflammen, als Löcher ſind; man kan aber dem Auge auch eine ſolche Einrichtung geben, daß es nur eine einzige ſieht. Damit verhält es ſich ſo. Steht das Licht gerade in der Entfernung, auf die das Auge ohne alle Anſtrengung deutlich ſieht, ſo vereinigen ſich die zuſammengehörigen Stralen auf einen Punkt der Netzhaut, und das Licht erſcheint einfach, nur dunkler, weil die Theile

des Kartenblatts einige Stralen auffangen. Rückt man aber das Licht näher, ſo werden die von einem Punkte kommenden Stralen, welche durch die verſchiedenen Löcher gehen, erſt hinter der Netzhaut vereiniget: auf ihr ſelbſt fallen ſie auf verſchiedene Punkte, und es entſtehen alſo ſoviel Bilder, als Löcher ſind. Eben dies erfolgt, wenn man das Licht zu weit entfernt, wobey ſich die zuſammengehörenden Stralen ſchon vor der Netzhaut vereinigen, durchkreuzen, und wieder auf verſchiedene Punkte, nur in umgekehrter Ordnung, fallen. Verdeckt man ein Loch, z. B. das äußerſte zur Rechten, ſo wird, wenn das Licht zu nahe ſteht, das äußerſte Bild zur Linken verſchwinden; iſt aber das Licht zu weit entfernt, ſo verſchwindet das letzte Bild zur Rechten. Giebt man aber durch Anſtrengung dem Auge die Einrichtung, bey der es das Licht an ſeinem jedesmaligen Orte deutlich ſehen würde, ſo ziehen ſich die mehreren Bilder in ein einziges zuſammen. **Scheiner** hatte dieſes ſchon bemerkt; **de la Motte** in Danzig (Verſuche und Abhandl. der Geſellſch. in Danzig, B. II. S. 290.) und **Muſſchenbroek** (Introd. in philoſ. nat. Vol. II. §. 1905.) haben umſtändliche Erklärungen davon gegeben, und dieſelben durch ſehr deutliche Abbildungen erläutert.

Einen beſondern Geſichtsbetrug führt **Le Cat** (Traité des ſens, p. 298.) an, welchen auch ſchon der Jeſuit **Fabri** (Synopſis Optica, Lugd. 1667. 4. p. 26.) ganz richtig erklärt hat.

Es ſey Taf. X. Fig. 43. D das Auge, CB ein Kartenblatt mit einem kleinen Loche in der Mitte, E ein entfernter heller Gegenſtand, z. B. der helle Himmel, die weiße Wand eines Gebäudes oder dgl., d der Kopf einer Stecknadel, die, wie die Figur zeigt, ſehr nahe vor das Loch des Kartenblatts, und mit demſelben ganz nahe ans Auge gehalten wird. Der Bequemlichkeit halber kan man die Nadel bey e umbiegen, und durch das Kartenblatt durchſtechen. Sieht nun das Auge durch das Loch im Kartenblatte gegen das helle E, ſo ſcheint ihm die Nadel ſehr vergrößert, umgekehrt und hinter dem Loche bey F. Die Erklärung hievon iſt folgende. Die Stecknadel ſelbſt ſieht

das Auge gar nicht, weil ſie ihm viel zu nahe liegt. Es ſieht aber durch das Loch des Kartenblatts einen Theil des Hellen GH, doch ſo, daß der Kopf der Nadel d die Stralen aufhält, die vom untern Theile H kommen. Daher fehlen Theile des Hellen, d. h. man ſieht darauf nach H zu einen Schatten, der die Figur des Nadelknopfs hat. Weil man die Entfernung des Hellen vom Kartenblatte nicht bemerkt, ſo ſetzt man daſſelbe mit dem darauf erſcheinenden Schatten gleich hinter das Loch in F. Die Theile der Nadel ſelbſt fangen Stralen auf, die von G kommen, und man ſieht alſo ihren Schatten nach G zu über F, woraus ein umgekehrtes und vergrößertes Schattenbild der Nadel entſteht. Kürzer drücken ſich **Fabri** und **Le Cat** ſo aus: Auf die Netzhaut falle bey D ein aufrechter Schatten der Nadel, der wegen der verkehrten Lage des Bilds im Auge, in Abſicht auf die umliegenden Gegenſtände, als ein umgekehrter, empfunden werde. Beyde Erklärungen ſagen im Grunde das nemliche. Der Engländer **Gray** führt dieſen Geſichtsbetrug in den Philoſophiſchen Transactionen an, erklärt ihn aber ſehr irrig daraus, daß die Luft im Loche des Kartenblatts einen Hohlſpiel bilde.

Hält man einen undurchſichtigen Körper 3 — 4 Zoll weit vom Auge gegen etwas Helles, und führt noch näher beym Auge einen zweyten dunklen Körper auf den erſten zu, ſo ſcheint der Rand des erſten ſich auszubreiten, und jenem entgegenzukommen. Dies erklärt **Melville** (Edinb. Eſſays, Vol. II. p. 55.) aus den Halbſchatten, welche die Ränder naher Körper, wegen der Weite des Augenſterns, auf die Netzhaut werfen, oder daraus, daß gewiſſe Theile des Hellen dem ganzen Augenſterne, nebenliegende aber nur der Helfte deſſelben u. ſ. w. verdeckt werden. Der Halbſchatten des entfernten Körpers iſt ſchmäler und dunkler; ſobald nun beyde Halbſchatten zuſammentreffen, ſo werden dem Augenſterne Stellen des Hellen ganz verdeckt, die man vorher wenigſtens noch dunkel ſahe, und es ſcheinen ſich beyde Körper auszubreiten, nur iſt dies bey dem entferntern wegen ſeines ſchwärzern Halbſchattens ungleich merk-

licher. Sehr ausführlich findet man dieſe Erklärung beym **Prieſtley** (Geſch. der Optik S. 515.).

Zu den Geſichtsbetrügen läßt ſich auch das Doppelſehen der Gegenſtände, die außer dem Horopter liegen, ſ. **Sehen, Horopter**, und die Erſcheinung der zufälligen Farben rechnen, ſ. **Farben, zufällige.** Auch die Beugung des Lichts verurſacht einige, z. B. daß ſich entfernte Gegenſtände, Thürme und Hügel, hin und her zu bewegen ſcheinen, wenn man vor dem Auge einen dünnen Drath herumführt u. ſ. w., welches **Le Cat** (Traité des ſens, p. 299.) erklärt.

Sehr merkwürdig ſind die von der Brechung und Zurückwerfung der Stralen herrührenden Täuſchungen, von welchen **Büſch** (Tractatus duo optici argumenti, Hamb., 1783. 8.) und **Gruber** (Phyſikal. Abhdl. über die Stralenbrechung und Abprellung auf erwärmten Flächen, Dresden, 1787. 4.) handeln. Man ſieht nemlich oft in flachen und weit überſehbaren Gegenden einen Theil der Atmoſphäre gegen den Horizont hin ſo verdickt, daß man nichts dadurch gewahr wird, die hohen Gegenſtände am Horizonte aber ragen darüber empor; es gewinnt alſo das Anſehen, als ob ſich in der Ferne ein großer Teich oder See befände, und die Gegenſtände am Horizonte jenſeits dieſes Sees lägen. Was aber das Wunderbarſte iſt, die Bilder der Gegenſtände, z. B. entfernter Berge, Städte u. dgl. ſpiegeln ſich in dieſem ſcheinbaren See, und erſcheinen darinn umgekehrt, wie die Bäume am Ufer eines Teiches. Taf. X. Fig. 44. wird dieſe Erſcheinung erläutern, welche verſchwindet, ſobald man ſich im Wagen in die Höhe richtet. Herr **Büſch** erklärt nun dieſes Phänomen aus der Stralenbrechung am Horizonte, und aus der Zurückwerfung des Lichts, wenn es auf glatte Flächen unter einem ſehr kleinen Winkel auffällt. Herrn **Grubers** Erklärungen beruhen zwar in der Hauptſache auf eben dieſen Gründen; er zeigt aber noch insbeſondere, daß die Erwärmung der Luft am Horizonte die Haupturſache des ganzen Phänomens ſey. Er nahm ebendaſſelbe wahr, wenn er aus ſeiner Wohnung die horizontale Fläche des Frießes

und vorſpringenden Architrabs an einem benachbarten Gebäude gleichſam mit dem Auge beſtrich. Denn wenn dieſe Fläche ſtark von der Sonne erwärmt war, und die Luft an ihr, wie gewöhnlich, zitterte, ſo ſpiegelten ſich die Facaden der dahinterſtehenden Häuſer in den Vertiefungen der Fläche. Er ſahe ſogar dieſelbe Erſcheinung an einer heißen Stange in ſeinem Zimmer, wenn er längſt ihrer Oberfläche hin das Auge auf ein weißes Papier an der Wand richtete.

Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel, an mehreren Stellen.

Geſichtsfehler, Vitia viſus, *Défauts de la vue.* Ich werde in dieſem Artikel einige Fehler oder widernatürliche Beſchaffenheiten des menſchlichen Auges zuſammenſtellen, welche mir einer beſondern Anführung werth ſcheinen. Hiezu gehören unter den von **Cullen** (Kurzer Inbegriff der mediciniſchen Noſologie, a. d. Engl. Leipzig, 1786. gr. 8. I. Th. S. 399. u. f.) angeführten Localkrankheiten einige Arten der das Auge betreffenden vier Gattungen (Caligo, Amauroſis, Dyſopia, Pſeudoblepſis).

Die **Verdunkelung des Geſichts, wobey die Netzhaut nichts leidet** (Caligo), wenn nemlich das Licht durch einen vor dieſer Haut liegenden dunkeln Gegenſtand entzogen wird, kan etweder von einem Fehler der Augenlieder, von Flecken der Hornhaut, von einem Fehler oder gänzlichen Mangel der wäſſerichten oder von Verdunkelung der gläſernen Feuchtigkeit, von Verſtopfung, Zuſammenziehung oder Verwachſung des Augenſterns, oder endlich von einer Verdunkelung der Kryſtallinſe herrühren. Im letztern Falle führt die Krankheit den Namen des **grauen Stahrs** (Cataracta, Caligo lentis, Gutta opaca), und kan durch Herausziehung oder Niederdrückung der Kryſtallinſe geheilt werden, weil man auch ohne Linſe ſehen kan, ſ. **Auge**. Blindheit durch Verdunkelung der gläſernen Feuchtigkeit wird der **grüne Stahr** (Glaucoma) genannt.

Die Verminderung oder der gänzliche Verluſt des Ge-

ſichts, ohne einen in die Augen fallenden Fehler des Auges, wobey die Pupille meiſtentheils erweitert iſt, und die Kraft ſich zuſammenzuziehen, verlohren hat, heißt der **ſchwarze Stahr** (Amauroſis, Gutta ſerena). Dieſe mehrentheils unheilbare Krankheit beſteht in einer Lähmung des Sehnervens und Unempfindlichkeit der Netzhaut, und kan aus Anhäufungen und Stockungen der Säfte im Gehirn, aus einer angebohrnen oder durch Krankheit veranlaßten Schwäche, aus Krampf oder endlich aus Giften, welche innerlich oder äußerlich an den Körper gebracht werden, entſtehen.

Geſichtsſchwächen (Dyſopiae), wobey das Auge nur in einer gewiſſen Stärke des Lichts, oder in einer gewiſſen Entfernung und Lage deutlich ſieht, ſind das Tag- und Nachtſehen, die Kurz- und Weitſichtigkeit, das Schiefſehen und Schielen.

Das **Tagſehen** (Hemeralopia, Viſus diurnus *Boerh.*) iſt der Fehler derjenigen Augen, welche nur beym hellſten Sonnenlichte deutlich ſehen, in der Dämmerung aber nichts unterſcheiden können. **Sauvages** (Noſologia methodica, Amſt. 1768. 4 maj. To. I. p. 732.) führt an, dieſe Krankheit ſey um Montpellier epidemiſch geweſen, und leitet ſie von einer Erſchlaffung der Geſichtswerkzeuge durch die feuchte und neblichte Herbſtluft ab. Einen ähnlichen Fall führt **Nicolai** (Abhdl. von den Fehlern des Geſichts, Berlin, 1754. 8. S. 156.) an. Wenn dieſer Fehler angebohren iſt, wie bey einem jungen Menſchen in England (*Lowthorp* Philoſ. Trans. abridged. Vol. I. p. 38. u. *Sauvages*, p. 734.), ſcheint er von einer allzugeringen Empfindlichkeit der Netzhaut herzurühren. Die Augen der Hühner haben von Natur dieſe Beſchaffenheit.

Dagegen wird durch eine allzugroße Empfindlichkeit der Netzhaut und des Augenſterns, bisweilen auch durch Entzündung und krampfhafte Zufälle der Augen, oder durch Erweiterung der Pupille bey langanhaltender Dunkelheit das **Nachtſehen** (Nyctalopia, Viſus nocturnus, *Vue de hibou, de chat etc.*) veranlaſſet. **Thümmig** (Verſuch einer gründlichen Erläuterung der merkwürdigſten Begebenheiten in der Natur, Halle, 8. S. 254.) führt das

Beyſpiel eines Tonkünſtlers an, den eine zerſprungne Saite ſo heftig ins rechte Auge ſchlug, daß er damit eine Zeit lang am Tage gar nichts, des Nachts aber alles deutlich ſehen konnte; und **Boerhave** (De morbis oculorum) gedenkt eines Engländers, der nach einem langen Aufenthalt in einem dunkeln Gefängniß einen Monat hindurch beym Taglichte nichts ſehen konnte. Einige Thiere, z. B. die Eulen, Fledermäuſe, Katzen u. a. haben von Natur ſo empfindliche Augen, wobey zugleich der Augenſtern einer ſehr großen Erweiterung fähig, und die Aderhaut von einer lebhaft glänzenden grünen oder röthlichen Farbe iſt.

Auch unter den Menſchen hat die Natur ſehr viele mit ſo empfindlichen Augen verſehen, und es iſt merkwürdig, daß ſich dabey faſt immer eine Weiße der Haut und der Haare findet. **Maupertuis** (Venus phyſique, Oeuvres de Maup. Lion, 1768. 8. To. II. p. 100. ſqq.) erzählt von den Bewohnern der Landenge Darien, daß ſie wegen dieſes Geſichtsfehlers alle Arbeiten in der Nacht verrichten und am Tage ruhen. Unter den Negern findet man die ſogenannten **weißen Mohren** (Leucaethiopes), **Blaffards** oder **Albinos**. **Maupertuis** (a. a. O. S. 115.) beſchreibt einen ſolchen, der 1744 nach Paris gebracht ward, und obgleich von ſchwarzen Eltern gebohren, dennoch eine weiße Haut mit hellblauen (nach **Fontenelle** ins Röthliche fallenden) höchſt empfindlichen Augen hatte. Er ſieht dies mit Recht für eine Krankheit der Haut und der Augen an. Man weiß, daß in Guinea, Java, Panama ganze ſich fortpflanzende Racen von Männern und Weibern mit dieſer Krankheit behaftet ſind. Es finden ſich aber auch einzelne Albinos unter den Europäern. Die Herren **Blumenbach, Storr** und **de Sauſſüre** haben deren zween in Chamouny, **Buzzi** (Opuſculi ſcelti di Milano, 1784. To. VII. p. 11.) vier in Mayland, und der Graf **Razumowsky** (Crells chym. Annalen, 1787. I. St. S. 149.) einen in Grotzingen geſehen. Herr **Blumenbach** (De oculis Leucaethiopum et iridis motu in Comment. Gotting. To. VII. ad ann. 1784 et 1785. p. 29. ſq.) leitet die äußerſte Empfindlichkeit des Geſichts bey dieſen Albinos, welche

mit einer Röthe des Sterns und der innern Theile des Auges begleitet iſt, von dem Mangel des braunen oder ſchwärzlichen Schleims (pigmentum nigrum) her, welcher ſonſt das innere Auge von der fünften Woche nach der Empfängniß an bekleidet. Er erklärt die Verbindung zwiſchen dieſer rothen Farbe der Augen und der Weiße der Haut und Haare, aus der Aehnlichkeit des Gebewes, aus welchem ſich der ſchwarze Schleim, das malpighiſche Netz und die Haare bilden. Schon **Simon Portius** (De coloribus oculorum, Florent. 1550. 4. p. 34.) hat bemerkt, daß blaue Augen weniger von dieſem Schleime haben und daher empfindlicher gegen das Licht ſind, als ſchwarze. **Buzzi** fand es durch Zergliederung eines menſchlichen Körpers beſtätigt, daß bey einer weißen Aderhaut mit roſenrothem Sterne nicht nur der ſchwarze Schleim im Auge, ſondern auch das gewöhnliche ſchlimichte Weſen an der Haut des übrigen Körpers fehlte, und die Haare außerordentlich weiß waren. Er ſahe in Mayland noch drey Albinos, Söhne einer Mutter, die außer ihnen noch vier Kinder mit braunen Augen und Haaren gebohren, während der Schwangerſchaft mit den Albinos aber eine außerordentliche Begierde nach Milch empfunden hatte. Die beyden Albinos in Chamouny ſind ebenfalls Brüder, von Eltern mit brauner Haut und ſchwarzen Augen gezeugt, dergleichen auch ihre Schweſtern haben. Ihre Augenſterne ſind nach **de Sauſſure** (Reiſen durch die Alpen, IV Theil, Leipz. 1788. gr. 8. S. 249.) von entſchiedenem Roſenroth; alle Haare ihres Körpers waren in der Jugend milchweiß und fein, ſind aber jetzt röther und rauch, ſo wie auch jetzt ihre Augen das Helle mehr, als ſonſt, ertragen können. In der Jugend mußte man ſie aus Mitleid ernähren, weil ſie das Vieh zu hüten nicht im Stande waren.

Von der **Kurzſichtigkeit** (Myopia) und **Weitſichtigkeit** (Presbyopia) iſt bereits bey dem Worte: **Auge** (Th. I. S. 194—196.) gehandelt worden. Ich will nur noch hinzuſetzen, daß dieſe Fehler bisweilen blos das eine Auge, oder ein Auge mehr, als das andere, betreffen. Bey mir ſelbſt iſt das linke Auge äußerſt kurzſichtig,

da hingegen das rechte in ziemliche Entfernungen deutlich ſieht. Ich habe mich gewöhnt, blos das rechte Auge zu brauchen, und fühle daher, wenn ich daſſelbe zuſchließe, um mit dem kurzſichtigen allein etwas in der Nähe zu betrachten, eine ſchmerzhafte Anſtrengung, während welcher mir der Gegenſtand weiter wegzurücken, und etwas größer zu werden ſcheint, bis das Bild deutlich wird. Wenn ich alsdann das rechte Auge wieder öfne, ſo fühle ich die Anſtrengung in dieſem, das Object ſcheint mir näher zu kommen, und ſich gleichſam zuſammenzuziehen. Verdrücke ich ein Auge mit dem Finger ſo, daß ich zwey Bilder ſehe, ſo ſtellt ſich mir das undeutliche Bild durch das kurzſichtige Auge merklich entfernter und größer dar, als das deutliche. Einer meiner Freunde, der unter unſere aufgeklärteſten Aerzte gehört, und eben ſo ungleiche Augen hat, verſichert mich, daß er mit dem kurzſichtigen Auge alle Gegenſtände um $\frac{1}{24}$ kleiner, als mit dem andern, ſehe. Dies iſt meiner Erfahrung entgegen; es folgt aber daraus nichts weiter, als daß wir beyde über ſcheinbare Entfernung und Größe auf verſchiedene Art urtheilen.

Es giebt auch Augen, welche alle, ſowohl nahe, als entfernte Gegenſtände undeutlich ſehen, wenn ſie ſich nicht erhabner Gläſer bedienen. Von dieſer Art ſind die am grauen Stahr operirten Augen. *Janin* (Mémoires et Obſ. ſur l'oeil, Paris 1772. 8. p. 429.) führt ein Beyſpiel von Augen an, welche von Natur ſo beſchaffen waren, und ſucht die Urſache dieſes Fehlers in einer allzuplatten Kryſtallinſe.

Das **Schiefſehen** (Luſcitas *Boerk.* Viſus obliquus), wobey das Auge nur das, was ihm zur Seite ſteht, deutlich ſiehet, und ſich alſo, um gerade vor ihm ſtehende Dinge zu betrachten, ſeitwärts wenden muß, kan von einer ſchiefen Lage der Pupille oder Kryſtallinſe, von einer Undurchſichtigkeit des vordern Theils der Hornhaut, oder von einer Unempfindlichkeit des in der Augenaxe liegenden Theils der Netzhaut herrühren. Das **Schielen** (Strabiſmus, Luſcitas relativa), welches hievon verſchieden iſt, wird unter einem beſondern Artikel abgehandelt werden.

Das falſche Sehen (Pſeudoblepſis), welches die letzte Claſſe der Geſichtsfehler ausmacht, zeigt entweder Dinge, die gar nicht vorhanden ſind (Pſeudoblepſis imaginaria), oder vorhandene Dinge anders, als gewöhnlich (Pſeudoblepſis mutans). Zur erſten Art gehören die Erſcheinungen von Fliegen, Netzen, Funken u. dgl. die vor dem Auge ſchweben; zur zweyten das Nichtſehen der Farben, die Erſcheinung falſcher Farben, falſcher Geſtalten, Lagen und Größen, das Halbſehen und das Doppeltſehen.

Viele Perſonen ſehen vor ihren Augen dunkle Flecken oder Punkte wie kleine Mücken, wellenförmig gewundene Fäden, Netze, Spinnweben, helle Punkte oder Funken u. dgl. Dieſe Flecken ſteigen in die Höhe auf, wenn das Auge ſchnell gegen den Himmel erhoben wird; wenn man aber ſcharf auf einen Gegenſtand ſieht, ſinken ſie langſam herab und verſchwinden, bis das Auge wieder bewegt wird. Sie erſcheinen am deutlichſten, wenn ſie vor der Mitte des Auges vorbeygehen, und daſſelbe auf einen hellen Gegenſtand, vorzüglich gegen Schnee oder Nebel, gerichtet iſt. Manche Augen ſehen ſie in faſt unzählbarer Menge, und einige darunter ſcheinen ſchwerer zu ſeyn und ſinken ſchneller zu Boden, als die andern. Wenn man den Kopf niederſenkt, ſo ſammeln ſie ſich um die Mitte des Auges; legt man ſich aber auf den Rücken, und ſenkt den Kopf hinterwärts, ſo gehen ſie nach der Stirn zu, welche alsdann am niedrigſten liegt. Sie folgen alſo offenbar der Schwere ſo, wie Körper, die in einer flüßigen Materie ſchwimmen. Die meiſten Aerzte haben ſie mit Willis (Anat. cerebri, cap. 21.) aus der Unempfindlichkeit gewiſſer Stellen der Netzhaut durch ausgetretenes Blut oder Verflechtung der Gefäße erklärt, wodurch aber ihre Bewegung nicht begreiflich wird; de la Hire und Le Roi (Mém. de Paris, 1760.) ſetzen ſie in die wäſſerichte Feuchtigkeit, und Morgagni (Adverſar. anatom. VI. Animadverſ. 75.) leitet ſie von Streifen der eingetrockneten Thränenfeuchtigkeit auf der Hornhaut her. Maitre-Jan (Traité des maladies de l'oeil, 12mo p. 281.) vermuthet, daß dieſe Erſcheinung, weil ſie oft vor dem grauen

Stahre vorhergeht, von einem Fehler der äußern Häute der Kryſtallinſe herrühren möge. **Demours** (Sur les filamens, qui paroiſſent voltiger devant les yeux, im Journal de Medecine, Fevr. 1788. p. 274. ſqq.) öfnete die Hornhaut einiger Augen, denen ſolche Flecken erſchienen, und ließ die wäſſerichte Feuchtigkeit auslaufen, allein die Kranken ſahen die Flecken noch, wie vorher. Er ſetzt alſo die Urſache derſelben in die Feuchtigkeit des **Morgagni**, welche die Kryſtallinſe umgiebt, und von der nach ſeiner Meynung einige kleine Theile, ohne viel von ihrer Durchſichtigkeit zu verlieren, etwas mehr Dichte, Schwere und Brechungskraft erhalten können. Hiebey läugnet er nicht, daß die unbeweglichen Flecken von Unempfindlichkeit gewiſſer Stellen des Sehnerven oder der Netzhaut herrühren, und Vorboten des ſchwarzen Stahrs ſeyn können, ſo wie die beweglichen eine entfernte Dispoſition zum grauen Stahr anzeigen würden.

Von dem **Nichtſehen der Farben**, als einem angebohrnen Fehler, werden in den philoſophiſchen Transactionen (Vol. LXVII. P. I. n. 14. Vol. LXVIII. P. II. p. 611. und in den Samml. zur Phyſik und Naturgeſch. I. B. 5. St. S. 637.) einige Beyſpiele angeführt. Drey Brüder **Harris** in Cumberland ſahen Größe und Geſtalt ſehr deutlich, konnten aber keine Farben unterſcheiden. Einer davon unterſchied zwar ſchwarz von weiß, auch ein geſtreiftes Band von einem einfarbichten, wußte aber die Namen der Farben nicht anders, als durch Rathen zu treffen. Eben dies wird von einem gewiſſen **Colardeau** in Frankreich und einem Apotheker M. in Strasburg erzählt (ſ. **Lichtenbergs** Magazin für das Neuſte aus der Phyſ. I. B. 2. St. S. 57.). **Giros de Gentilly** hat unter dem Namen Georg Palmer in engliſcher Sprache eine Theorie der Farben und des Geſichts herausgegeben, worinn er annimmt, das Licht habe nur drey urſprüngliche Farben, die Netzhaut aber dreyerley Membranen, deren jede einer beſondern Farbe zugehöre. In manchem Auge nun ſey jede dieſer Membranen für alle Farbenſtralen zugleich empfindlich, wo-

durch das Vermögen, Farben zu unterſcheiden, geſchwächt oder gar aufgehoben werde.

Das Sehen **falſcher Farben** (Chrupſia, Viſus coloratus) kan von der Gelbſucht, von ausgetretenem Blut, von einem ſtarken Eindrucke des Lichts auf die Netzhaut, von heftigem Reiben des Auges, und andern Urſachen herrühren. **Boyle** (Exp. de coloribus, P. I.) erzählt, daß bey einer Peſt die Kranken an den Kleidern und andern Gegenſtänden die lebhafteſten Regenbogenfarben ſahen; man hat auch Beyſpiele, daß nach einem heftigen Schrecken die Dinge grün oder blau erſchienen ſind. Bey geſchloßnem Auge ſieht man gewöhnlich zufällige Farben, ſ. **Farben, zufällige.** Drückt man das geſchloßne Auge mit dem Finger im innern Augenwinkel, ſo ſieht man ein buntes Bild des ganzen Augenſterns, welches von dem wenigen, durch die Augenlieder einfallenden, Lichte auf der Netzhaut entworfen wird.

Falſche Geſtalten, Lagen und Größen der Dinge (Metamorphopſia, Viſus defiguratus) können ſich aus verſchiedenen Urſachen zeigen, welche vornehmlich in der Myopie, in Nervenkrankheiten, Verſchleimung der erſten Wege, oder in einem unregelmäßigen Bau irgend eines zum Auge gehörigen Theiles zu ſuchen ſind. Nach **Lentin** (Obſerv. Faſcicul. II.) ſahe ein Kranker alle Gegenſtände zu klein. **Sauvages** (Noſologia method. To. II. p. 190.) führt einen Fall an, da ein achtzigjähriger Mann eine Zeitlang alle gerade Gegenſtände krumm und nach einer Seite hangend ſahe, und **Stoll** (Ratio medendi, To. II. p. 14.) erwähnt, daß nach einer hitzigen Krankheit dem Patienten alle Objecte ſchief und vorwärts gekrümmt erſchienen. Noch ſonderbarer iſt der Fall, den **Sennert** (Praxis med. L. I. c. 3. Sect. 2.) anführt, da ein Leibarzt zu Dresden, als er die Augen plötzlich in die Höhe richtete, auf einmal alles umgekehrt ſahe, welcher Zufall ein Vieteljahr lang anhielt, und bey einer andern ſchnellen Erhebung der Augen ſich auf einmal wieder verlohr.

Vom **Halbſehen** der Gegenſtände führt **Vater** (Diſs. de viſus vitiis duobus rariſſimis. Viteb. 1723. 4.) drey

Fälle an, und ſucht ſie aus einer Preſſung des Gehirns und aus dem Kreuzen der Sehnerven zu erklären.

Gewöhnlicher iſt das **Doppeltſehen** (Diplopia, Viſus duplicatus), von welchem **Klaubold** (Diſs. de viſu duplicato, Argent. 1746. 4.) und **Klinke** (Diſs. de Diplopia, Gotting. 1774. 4.) viele Beobachtungen geſammelt haben. **Sauvages** (Noſol. To. I. p. 193.) zählt zehn Varietäten deſſelben aus verſchiedenen Urſachen, zu denen ſich noch mehrere ſetzen ließen. Wenn man mit **beyden** Augen ſiehet, ſo erſcheinen alle Gegenſtände doppelt, ſo bald die Augenaxen nicht zuſammenlaufen, ſ. **Horopter.** Ein ſolches Doppeltſehen kan Folge oder Symptom von mancherley Krankheiten ſeyn, wobey die Augen entweder durch Krämpfe oder durch Lähmung verwendet, und aus ihrer natürlichen Lage gebracht werden. Bisweilen kan es auch von der Ungleichheit der Augen, und der beſondern Schwäche oder Verletzung des einen herkommen. Auch einem Auge allein können die Gegenſtände doppelt oder vervielfältiget erſcheinen, wenn die Hornhaut oder Kryſtallinſe durch Verletzungen eine polyedriſche Geſtalt erhält, oder der Augenſtern mehr, als eine, Oefnung hat. Viele Kurzſichtige ſehen alle entfernte Gegenſtände, auch mit einem Auge, doppelt (Diplopia remotorum), wovon **de la Hire** (Accidens de la vue, p. 352.) die Urſache in der Geſtalt der Kryſtallinſe ſucht.

Geſichtsfeld, Campus viſionis, *Champ de viſion.* Der Raum, den das Auge auf einmal überſieht, vornehmlich, wenn es Gegenſtände durch Fernröhre oder Mikroſkope betrachtet. Weil bey den dioptriſchen Werkzeugen auf allen Seiten der Augenaxe gleich viel überſehen werden kan, ſo iſt das Geſichtsfeld ein Kreis. Der **Halbmeſſer** dieſes Kreiſes wird in Graden und Theilen der Grade, angegeben. Er iſt derjenige Winkel, welchen die äußerſten ins Auge kommenden Stralen rings herum mit der Augenaxe machen. Soviel nemlich kan man rings herum ſehen, als zwiſchen den Schenkeln dieſes Winkels enthalten iſt.

Das bloße Auge ſieht eigentlich nur das recht deutlich, was nahe an der Geſichtsaxe anliegt. Inzwiſchen bilden ſich doch auch ſeitwärts liegende Gegenſtände deutlich genug mit ab. Man nimmt insgemein an, es werde ſoviel auf einmal überſehen, als zwiſchen den Schenkeln eines rechten Winkels liegt, d. i. der Halbmeſſer des Geſichtsfeldes ſey = 45°.

Durch das galileiſche Fernrohr überſieht man deſto mehr, je näher man das Auge an das Augenglas bringt. Hält man es ſehr nahe daran, ſo wird die Größe des Geſichtsfeldes durch die Oefnung des Augenſterns beſtimmt; daher man im Dunkeln mehr, als bey Tage, überſehen kan.

Im Sternrohre iſt das Geſichtsfeld beſtimmter. Wenn das Auge am vortheilhafteſten Orte, ein wenig hinter dem Brennpunkte des Augenglaſes ſteht, ſo iſt die Tangente des Halbmeſſers vom Geſichtsfelde gleich dem Halbmeſſer der Oefnung des Augenglaſes, dividirt durch die Länge des Fernrohrs, ſ. Fernrohr. Eben dies findet auch beym Erdrohre nach ſeiner gewöhnlichen Einrichtung ſtatt, nur daß man hier nicht mit der ganzen Länge des Fernrohrs, ſondern blos mit der Summe der Brennweiten des Vorder- und Augenglaſes zu dividiren hat.

Durch mehrere Gläſer wird in manchen Fällen das Geſichtsfeld vergrößert, z. B. zwey nahe beyſammen ſtehende Augengläſer verdoppeln den Halbmeſſer deſſelben. Macht man ein großes Feld zum Hauptzwecke, ſo iſt es am beſten, das Fernrohr nicht lang zu machen, wie z. B. bey den Nachtfernröhren.

Bey den Spiegelteleſkopen wird die Größe des Geſichtsfelds durch ein zuſammengeſetztes Verhältniß beſtimmt, ſ. Spiegelteleſkop, aus welchem ſich ergiebt, daß ſie ſich auch hier, wie die Oefnung des Augenglaſes verhalte. Um alſo ein großes Feld zu überſehen, müßte man das Augenglas breit machen. Da dies viel Abweichungen geben würde, ſo verändert man lieber die ganze Stellung, läßt das letzte Bild etwas hinter den großen Spiegel fallen, fängt aber die Stralen noch vorher mit dem

Augenglaſe auf, und leitet ſie erſt durch ein zweytes Augenglas ins Auge ſelbſt, wodurch eben ſo, wie durch zwey nahe Augengläſer im Sternrohre, das Feld ſehr erweitert wird. Man pflegt hiebey überhaupt das Geſichtsfeld mehr durch Proben, als durch Abmeſſung und Rechnung, zu beſtimmen.

Bey den **einfachen Mikroſkopen** iſt die Tangente des Halbmeſſers vom Geſichtsfelde gleich dem Halbmeſſer des Kügelchens oder der Linſe, dividirt durch die Brennweite, ſ. **Mikroſkop**.

Beym zuſammengeſetzten Vergrößerungsglaſe aus zwey und mehrern Gläſern, iſt eben dieſe Tangente gleich dem Halbmeſſer der Oefnung des Augenglaſes, dividirt durch das Produkt des Abſtands des Auges vom Glaſe in die Vergrößerungszahl, welche Regel überhaupt als eine allgemeine für alle optiſche Werkzeuge gelten kan.

Geſichtskreis, ſ. **Horizont**.

Geſichtswinkel, ſ. **Sehewinkel**.

Geſtalt, Figur, Figura, *Figure*. Geſtalt überhaupt heißt Beſchaffenheit und gegenſeitige Lage der Grenzen einer ausgedehnten Größe. Da jeder Körper ausgedehnt iſt, und alſo Grenzen hat, ſo kömmt auch jedem eine Geſtalt zu, obgleich oft die Körper ſo klein ſind, daß unſer Geſicht und Gefühl dieſelbe nicht mehr bemerken können. Die Geſtalt iſt alſo eines von den allgemeinen Phänomenen der Körper.

Durch die Geſtalt unterſcheiden ſich Körper, die ſonſt an Größe, innerer Beſchaffenheit, Gewicht rc. gleich ſind, z. B. eine Bleykugel von einem gleich ſchweren bleyernen Würfel. Die Geſtalten der Körper ſind unendlich mannigfaltig, und **Leibnitz** ſcheint nicht mit Unrecht behauptet zu haben, daß es in der Natur keine zween Körper von völlig gleicher Geſtalt gebe. Uebrigens wird Gleichheit der Geſtalt **Aehnlichkeit** genannt.

Die ſcheinbare Geſtalt der Gegenſtände, von denen wir überhaupt blos die Grenzen oder Flächen ſehen, kömmt darauf an, wie uns die Größe und Entfernung dieſer Gren-

zen erſcheint. Es finden dabey viele Trugſchlüſſe ſtatt. Ein eckichter Körper erſcheint in der Ferne rund, weil wir ſeine Ecken nicht mehr bemerken; ein Kreis von der Seite betrachtet, ſieht elliptiſch aus, wenn wir alle Theile ſeines Umfangs für gleich entfernt halten. So kan uns ein Cylinder als ein Viereck, eine Kugel als ein Kreis vorkommen, wenn wir nicht durch Licht und Schatten bemerken, daß jenes ein Cylinder, dieſes eine Kugel ſey.

Erxleben Anfangsgr. der Naturl. §. 318.

Geſtehen, Erhärten. Man ſagt von denjenigen Subſtanzen, welche bey den gewöhnlichen Temperaturen der Atmoſphäre im feſten Zuſtande ſind, z. B. von den Metallen, Schwefel ꝛc., daß ſie **geſtehen** oder erhärten, wenn ſie nach vorhergegangener Schmelzung durch die Abnahme der Wärme aus dem flüßigen Zuſtande wiederum in den gewöhnlichen feſten übergehen. Es gehört das Geſtehen in einerley Claſſe mit dem Gefrieren; beydes ſind Gattungen der Gerinnung, ſ. **Gerinnung, Gefrierung.**

Geſtirne, Aſtra, Sidera, *Aſtres.* Unter dieſem Namen werden alle Körper begriffen, die wir am Gewölbe des Himmels bey Tag oder Nacht wahrnehmen, und welche der gemeinen oder täglichen Bewegung des ganzen Himmels mit folgen. Sie erſcheinen uns alle leuchtend, bis wir erſt bey mehrerer Aufmerkſamkeit durch Schlüſſe entdecken, daß nur einige an ſich **leuchtend**, andere hingegen dunkel, und nur vom fremden Lichte **erleuchtet** ſind. Die an ſich leuchtenden ſind die **Sonne** und die **Fixſterne**; die dunkeln die **Planeten**, die **Monden** oder **Nebenplaneten** und die **Kometen**. Von allen dieſen handeln eigne Artikel dieſes Wörterbuchs.

Die Lehre von den Geſtirnen, ſ. **Aſtronomie**, überzeugt uns davon, daß dieſe Körper größtentheils unſere Erdkugel an Größe weit übertreffen, ſo klein ſie uns auch ſcheinen; daß ihre Entfernungen von einander zum Theil alle Größen überſteigen, die wir meſſen oder uns vorſtellen können, und daß den Bewohnern, mit welchen ſie aller

Wahrſcheinlichkeit nach beſetzt ſind, unſere Erde entweder gar nicht mehr, oder doch nur als ein unbedeutendes kleines Sternchen ſichtbar iſt, ſ. **Weltgebäude.**

Geſundbrunnen, Mineralwaſſer, Fontes medicati, Aquae minerales, *Eaux minerales.* Diejenigen Brunnen oder Quellen, in deren Waſſer gasartige, ſchweflichte, ſalzige oder metalliſche Subſtanzen enthalten ſind. Im weitläuftigſten Verſtande ſind alle Waſſer mineraliſch, weil ſich in allen wenigſtens etwas Erde und Selenit findet; man giebt aber den gemeinen Waſſern nur in dem Falle, wenn die Beymiſchungen beträchtlich ſind, den Namen **harter** oder **roher** Waſſer (aquae durae, *eaux crues*), und **mineraliſche** nennt man nur diejenigen, welche die zu Anfang genannten Beſtandtheile bey ſich führen. Die meiſten derſelben werden der Geſundheit halber mit gutem Erfolg getrunken, und dieſen kömmt eigentlich die Benennung der **Geſundbrunnen** zu.

Dieſe Waſſer erhalten die mineraliſchen Beſtandtheile dadurch, daß ſie durch Erdſchichten laufen, in welchen ſich Salze und Kieße im Zuſtande der Zerſetzung befinden. Sie ſind entweder **kalt**, wenn ihre Temperatur die Wärme des Luftkreiſes nicht übertrifft, oder **warm, warme Bäder**, von welchen letztern ein eigner Artikel handelt. Einige dieſer Waſſer enthalten eine große Quantität Luftſäure oder fixe Luft, die ihnen einen geiſtigen und ſtechenden Geſchmack giebt, aber durch Umſchütteln und Freyſtehen an der Luft davon geht. Dieſe heißen **Sauerbrunnen, Sauerwaſſer** (aquae acidulae, *Eaux acidules*).

Die chymiſchen Unterſuchungen der Mineralwaſſer erfordern eine ſehr feine Behandlung, wozu **Macquer** und **Bergmann** (De analyſi aquarum, in Opuſc. phyſ. et chem.) vorzüglich gute Anleitungen geben. Man kan ſie ihrem fixen Gehalte nach mit **Zückert** in ſeifenartige, Bitterwaſſer, alkaliſche, ſalzige, ſchwefelhaltige und eiſenhaltige abtheilen. Schriften über die Claſſificationen und Beſchreibungen derſelben habe ich bey dem Worte: **Bäder** angeführt.

Die **ſeifenartigen**, wie z. B. die zu Plombieres, führen eine feine Thonerde bey ſich, und ſind in Anſehung ihres fixen Gehalts die unwirkſamſten. Die **Bitterwaſſer, abführenden Waſſer** (aquae catharticae, purgantes, amarae) enthalten das aus Vitriolſäure und Bitterſalzerde beſtehende Bitterſalz, und, wenn ſie Zugang zu fixem mineraliſchen Alkali gehabt haben, oft auch wahres Glauberſalz. Bisweilen findet ſich auch freye Bitterſalzerde oder Kalkerde dabey, die nur durch etwas Luftſäure gebunden wird. In Deutſchland ſind das **Sedlitzer** und **Saidſchützer** die bekannteſten (Troſchel Nachr. von dem wahrhaften böhmiſchen Bitterwaſſer Saidſchützer Urſprungs, aus dem Hochbelſchen Berge. Leitmeritz, 1761. 8.). **Bergmann** fand in einer ſchwediſchen Kanne ſaidſchützer Bitterwaſſer, 4½ Gran luftſäurehaltigen Kalk, 24½ Gr. Gyps, 12½ Gr. luftſäurehaltige Bitterſalzerde, 859½ Gr. Bitterſalz, 21¼ Gr. Bitterkochſalz, einen Cubikzoll fixe Luft und eben ſoviel reine Luft.

Die **alkaliſchen** Mineralwaſſer enthalten etwas freyes fixes mineraliſches Laugenſalz, das vielleicht nur durch einige Luftſäure gebunden iſt. Den größten Theil des Salzgehalts machen doch immer das dabey befindliche Glauberſalz, Bitterſalz und Kochſalz aus. Die warmen Quellen dieſer Art, z. B. die **Carlsbader**, führen gern eine aufgelöſete Kalkerde bey ſich, die ſie an der Luft abſetzen, ſ. **Bäder**. Die **ſalzigen** unterſcheiden ſich von den Solen oder eigentlichen Salzquellen durch die fixe Luft, die ſie enthalten, auf welche bey ihrem mediciniſchen Gebrauche eigentlich geſehen wird. Man kan das **Selterwaſſer** zu dieſer Claſſe rechnen, ob es gleich auch Mineralalkali und Bitterſalz enthält (Unterſuchung von des berühmten Selzerwaſſers Beſtandtheilen, Wirkungen und richtigem Gebrauch. Leipz. 1775. 8.). **Bergmann** erhielt aus einer ſchwediſchen Kanne Selzerwaſſer 17 Gran luftſäurehaltigen Kalk, 29½ Gr. luftſäurehaltige Bitterſalzerde, 24 Gr. luftſäurehaltiges Mineralalkali, 109½ Gr. Kochſalz, 60 Cubikzoll fixe und 1 Cubikzoll reine Luft.

Die **ſchwefelhaltigen** ſind warme Quellen, welche

einen Schwefel in ſich halten und an der Luft wieder abſetzen. Die Aachner Bäder ſind die bekannteſten darunter, ſ. Bäder, warme.

Die eiſenhaltigen oder Stahlwaſſer (aquae martiales, chalybeatae) führen Eiſen entweder durch Vitriolſäure oder durch Luftſäure aufgelöſet. Die Quellen ſind an ihrer fertig ſcheinenden regenbogenfarbigen Haut und dem abgeſetzten Eiſenocher kennbar. Sie ſind die gemeinſten von allen, und fehlen faſt niemals in ſumpfigen Gegenden und Torfmooren, überhaupt in der Nachbarſchaft von Schwefelkießen. Sie haben einen zuſammenziehenden Geſchmack, und enthalten mehrentheils noch erdichte Theile und Mittelſalze. Zu den bekanntern gehören das Spa- und Pyrmonterwaſſer (Seip Beſchreibung der Pyrmontiſchen Mineralbrunnen und Stahlwaſſer, Hannov. 1750. 8. Markard Beſchreibung von Pyrmont, 1. Th. Leipz. 1784. gr. 8. S. 246. u. f.). Nach Bergmann hält das Spawaſſer in der ſchwediſchen Kanne $8\frac{1}{2}$ Gran luftſäurehaltigen Kalk, 20 Gr. luftſäurehaltige Bitterſalzerde, $8\frac{1}{2}$ Gr. luftſäurehaltiges Mineralalkali, 9 Gr. Kochſalz, $3\frac{1}{4}$ Gr. luftſäurehaltiges Eiſen, und 45 Cubikzoll Luftſäure; das Pyrmonter hingegen 20 Gran luftſäurehaltigen Kalk, $38\frac{1}{2}$ Gr. Gyps, 45 Gr. luftſäurehaltige Bitterſalzerde, 25 Gr. Bitterſalz, 7 Gr. Kochſalz, $3\frac{1}{2}$ Gr. luftſäurehaltiges Eiſen und 95 Cubikzoll Luftſäure. Markard ſetzt nach Verſuchen, die von Herrn Weſtrumb zwey Meilen von der Quelle ſelbſt angeſtellt ſind, den Gehalt an Luftſäure auf 140 Cubikzoll in einer Kanne.

Wie man ſich die Entſtehung der Mineralwaſſer vorſtellen könne, ſ. bey dem Worte: Bäder, warme. Ich will hier nur noch hinzuſetzen, daß die fixe Luft, welche viele dieſer Waſſer in ſo großer Menge enthalten, wahrſcheinlich von der im Waſſer geſchehenen Verbindung der übrigen Stoffe herrührt, da es bekannt iſt, daß bey jeder Auflöſung der Kalkerden in Säuren eine beträchtliche Menge Luftſäure entwickelt wird, welche ſich mit dem Waſſer ſehr gern und genau verbindet.

Man hat ſich ſchon längſt bemüht, die Geſundbrunnen

durch die Kunſt nachzuahmen. Da aber die Luftſäure ein ſo wichtiger Beſtandtheil derſelben iſt, ſo hatte dieſe Unternehmung, ehe man die luftförmigen Stoffe genauer kennen lernte, unüberſteigliche Schwierigkeiten. Man ſuchte anfänglich, ihnen dieſes flüchtige geiſtige Weſen durch Gemenge von Eiſenfeile und Schwefel mitzutheilen. **Venel** (Mém. ſur l'analyſe des eaux de Selters, in Mém. préſentés à l'Acad. roy. Vol. II. p. 53. 80. ſqq) führte zuerſt die Chymiſten auf den rechten Weg, indem er den luftförmigen Stof durch Umſchütteln in einer Flaſche mit einer Blaſe aus dem Mineralwaſſer zu erhalten, und durch Auflöſung des Mineralalkali mit Salzſäure in das gemeine Waſſer zu bringen lehrte. Daß dieſe im Waſſer gleichſam fixirte Luft das Eiſen auflöslich mache, ward auch ſchon von **Lane** (Phil. Tr. Vol. LXIX. N. Hamburg. Magaz. B. XI. S. 483.) bemerkt. Jetzt iſt es durch die Entdeckungen über die Gasarten ſattſam erwieſen, daß dieſer flüchtige Geiſt der Sauerbrunnen nichts anders, als Prieſtleys fixe **Luft** oder die **Luftſäure** ſey, ſ. **Gas, mephitiſches**, die man ſo leicht aus dem Aufbrauſen der Kalkerden mit Säuren erhalten kann. Man hat ſeitdem eigne Werkzeuge erfunden, um das Waſſer auf eine bequeme Art mit dieſer Gasart zu imprägniren (ſ. **Parkers Maſchine**), wobey man denn die gehörige Menge Eiſen und die übrigen Antheile an fixen Stoffen leicht hinzuthun, und ſo die Sauerwaſſer ſehr vollkommen nachahmen kan.

Macquer's Chymiſches Wörterbuch, Art. Waſſer, mineraliſche, mit Herrn Leonhardi Anm.

Zückert Beſchreibung aller Geſundbrunnen Deutſchlands, Königsberg, zwote Aufl. 1776. gr. 8.

Gewicht, Pondus, *Poids*. Die Größe des Drucks, den ein Körper durch ſeine Schwere äußert; die Größe ſeines Beſtrebens zu fallen. Das Gewicht eines Körpers beſteht aus der Summe der Beſtrebungen, womit alle ſeine Theile zum Fall getrieben werden. Da nun alle Theile des Körpers Materie ſind, und alle bekannte Materie ſchwer iſt, ſo ſind wir berechtiget, anzunehmen, daß das Gewicht eines Körpers deſto größer ſey, je mehr er Theile

hat, oder daß es ſich wie die Menge der ihm zugehörigen Materie, wie ſeine **Maſſe**, verhalte, ſ. **Maſſe**.

Die Worte, **Gewicht** und **Schwere**, ſo oft ſie auch im gemeinen Leben verwechſelt werden, drücken doch ganz verſchiedene Begriffe aus. **Schwere** iſt das Beſtreben, womit jeder einzelne Theil der Materie überhaupt fallen will, **Gewicht** iſt die Summe dieſer Beſtrebungen in einem beſtimmten Körper. Jene hängt blos von der Gravitation der Materie gegen die Erde, dieſes zugleich von der Maſſe des ſchweren Körpers ab; jene iſt eine beſchleunigende, dieſes eine bewegende Kraft, ſ. **Kraft**. Wenn ich aus einem Gefäß voll Waſſer einige Kannen ſchöpfe, ſo vermindert ſich ſein Gewicht, nicht ſeine Schwere; wenn ich aber das Gefäß aus unſern Ländern in die Nähe des Aequators überführe, ſo vermindert ſich die Schwere zugleich mit dem Gewichte, weil in dieſem Falle jeder einzelne Theil leichter wird.

Man beſtimmt das Gewicht der Körper durch Vergleichung mit andern bekannten Gewichten, dem Pfunde und deſſen Theilen, ſ. **Pfund**. Von dem hiezu dienenden Werkzeuge ſ. den Artikel: **Wage**. Das Verfahren ſelbſt heißt **Wiegen, abwägen**. Was man hiebey findet, blos an ſich betrachtet, heißt das **abſolute Gewicht** (pondus abſolutum, *poids abſolut)*.

Das abſolute Gewicht, betrachtet im Verhältniß mit dem Raume, den der Körper einnimmt, oder mit ſeinem **Volumen**, giebt den Begrif von **eigenthümlichem Gewicht, ſpecifiſchem Gewicht** (pondus ſpecificum, *poids relatif)*. Dieſer Name iſt zwar weit ſchicklicher, als die ſonſt gebräuchliche Benennung: **ſpecifiſche Schwere**; ich habe aber bey dem Entwurfe meines Plans einmal die ältere Benennung, an die ich gewöhnt war, beybehalten, und verweiſe alſo hier auf den Artikel: **Schwere, ſpecifiſche**.

Bey dem Worte: **Gleichgewicht** wird erwieſen, daß ein feſter Körper, wenn man ihn in einen flüßigen einſenkt, von ſeinem abſoluten Gewichte ſoviel verliere, als das Gewicht des von ihm aus ſeiner Stelle getriebnen Flüßigen

beträgt. Eine Bleykugel z. B., welche 11 Loth wiegt, und ſo groß iſt, daß ſie ein Loth Waſſer aus der Stelle treibt, wird in Waſſer geſenkt, nur 10 Loth wiegen. Dieſer Ueberreſt heißt alsdann ihr **relatives Gewicht** (pondus relativum).

Da nun die Luft, welche die Körper auf der Erde umgiebt, alle Eigenſchaften flüßiger Materien hat, ſo folgt hieraus, daß ſelbſt in freyer Luft jeder Körper einen Theil ſeines Gewichts verliert, daß alſo alle Gewichte der Körper, wie ſie im luftvollen Raume in unſere Sinne fallen, nur **relative Gewichte** ſind. So wird eine Maſſe Waſſer, deren wahres Gewicht 850 Gran beträgt, in freyer Luft nur einen Druck von 849 Gran ausüben, u. ſ. w. Wir erfahren alſo durch Abwägen nur ſehr ſelten das wahre Gewicht der Körper, zumal da die dazu gebrauchten Einſetzgewichte in der Wagſchale ebenfalls einen Theil ihres abſoluten Gewichts verlieren.

Je größer der Raum iſt, den ein Körper einnimmt, deſto mehr Luft treibt er aus ihrer Stelle; deſto größer iſt alſo auch der dabey erlittene Verluſt am Gewicht. Nun dehnt die Wärme alle Körper in einen größern Raum aus: ſie werden alſo, wenn ſie erhitzt ſind, mehr Gewicht verlieren, und leichter ſcheinen, als wenn ſie kalt gewogen werden. Eben daher ſagt man auch, daß ein Körper im Sommer weniger, als im Winter, wiege; man hat aber dabey in Betrachtung zu ziehen, daß er im Sommer in wärmerer und alſo leichterer Luft gewogen wird, welcher Umſtand jenen Unterſchied wenigſtens zum Theil wieder aufhebt.

Ueberhaupt iſt dieſer Verluſt des Gewichts der Körper in der Luft in den meiſten Fällen unbeträchtlich; er kan aber bey Körpern, die ſehr leicht ſind, und doch einen großen Raum einnehmen, ſo beträchtlich werden, daß man ihn ſchlechterdings nicht vernachläßigen darf. Dies iſt der Fall bey den mit Luft angefüllten Blaſen und andern leichten Hüllen. Werden dieſe gar mit noch leichtern Stoffen, als die Luft ſelbſt iſt, z. B. mit brennbarer Luft, gefüllt, ſo kan es ſo weit kommen, daß ſie ihr ganzes Gewicht verlie-

ren, oder daß ſie gar in der Luft emporſteigen und vielleicht noch beträchtliche Laſten mit ſich erheben, ſ. **Aeroſtat.**

Gewitter, Ungewitter, Donnerwetter, Tempeſtas fulminea, *Orage accompagnée d'éclairs et de tonnerre.* Wenn Wolken, deren elektriſches Gleichgewicht unter ſich, oder mit der Erde, geſtört iſt, ſich zu mehrern wiederhohlten malen ihrer Elektricität durch den Bliß und mit Donner entledigen, ſo heißt dieſe prachtvolle, aber zugleich auch fürchterliche, Begebenheit ein **Gewitter,** und die Wolken ſelbſt **Gewitterwolken.** Das meiſte hievon wird bey den Worten: **Bliß, Blißableiter, Donner, Luftelektricität,** vorgetragen.

Die Elektricität der Luft und der Wolken entſtehe, woher ſie wolle, ſo zeigen doch die Gewitterwolken alle die Eigenſchaften, welche andere elektriſirte Körper zeigen. Sie ziehen die unelektriſirten Wolken und leichten Körper der Erde an, ſtoßen die gleich elektriſirten zurück, geben Leitern, die in ihren Wirkungskreis kommen, die entgegengeſezte Elektricität, entladen ſich auf ſtumpfgeendete Körper durch einen Wetterſtral, und verlieren ihre Elektricität ſtillſchweigend durch die Wirkung der Spitzen.

Man findet zwar im Winter die Wolken eben ſo ſtark, als im Sommer, elektriſch; dennoch ſind im Winter die Gewitter bey weitem nicht ſo häufig. Dies kömmt vielleicht nach der Vermuthung des Hrn. **Achard** (Chymiſch-Phyſiſche Schriften, Berlin, 1780. 8. S. 263.) daher, weil kalte Luft beſſer iſolirt, als warme, wie alle iſolirende Körper überhaupt thun, daß folglich in kalter Luft nicht leicht ein Bliß entſtehen kan, es müßte denn die Elektricität überaus ſtark werden. Auch lehrt die Erfahrung, daß Gewitter, wenn ſie im Winter einmal kommen, ſehr ſchwer ſind.

Des Nachmittags und Abends entſtehen mehr Gewitter, als des Morgens, vielleicht weil zu dieſen Zeiten die Luft erwärmter und mehrern, Elektricität erregenden, Abwechſelungen der Temperatur ausgeſezt iſt. In bergichten Gegenden ſind die Gewitter wegen der Anziehung der Ber-

ge gegen die Wolken häufiger und anhaltender als auf dem ebnen Lande, und ziehen manchmal etliche Tage an und über den Bergen herum.

Gemeiniglich ſind die Gewitter mit Sturm und Regen begleitet. Der Sturm entſteht durch die plötzliche Abkühlung der Luft, vielleicht auch durch die vom fallenden Waſſer entwickelte Luft und Dämpfe. Der Gewitterregen fällt in großen Tropfen nieder, welches eine große Höhe des Falles und eine vielleicht durch die Elektricität verſtärkte Anziehung anzeigt. Wenn nach Hrn. de Sauſſüre Muthmaßung (ſ. Dünſte) die unbekannte Urſache, welche die Dünſte in den Wolken in blaſenförmiger Geſtalt erhält, die Elektricität iſt, ſo würde ſich daraus leicht erklären laſſen, warum oft auf einen ſtarken Bliß plötzlich ein heftiger Regenguß folgt. Es wäre nemlich durch den Blitz die Wolke ihrer Elektricität beraubt worden, alſo müßten die Dunſtbläschen zerplatzen, und ihr Waſſer fiele nun in Regentropfen herab.

Daß das Läuten mit Glocken die Gewitter nicht vertreibt, iſt jetzt allgemein bekannt; die Glocke mit dem hänfenen Strick giebt aber einen guten Leiter ab, und ſetzt den Läutenden der Gefahr aus Ob das Abfeuern der Geſchütze die Gewitterwolken wirklich zertheile, iſt wohl noch ſehr unentſchieden; man beruft ſich zwar auf Erfahrungen, aber vielleicht hätten ſich die Wolken ohne dieſe Anſtalt auch zertheilt.

Erxleben Anfangsgr. der Naturl. §. 749.

Glas, Vitrum, *Verre.* Ein durch die Schmelzung entſtandner, glänzender, harter, ſpröder, auf dem Bruche ſchneidender, durchſichtiger Körper, der ſich bey hinlänglicher Hitze wieder in Fluß bringen läßt.

Man kan die Gläſer, in der weitläuftigſten Bedeutung des Worts, in einfache und zuſammengeſetzte eintheilen. Die **einfachen** ſind ſalzig, wie das Boraxglas, oder metalliſch, wie das Glas vom Spiesglaſe (Vitrum antimonii). Die **zuſammengeſetzten** werden entweder aus verſchiednen erdichten Stoffen, oder aus Salzen und Erden,

oder aus Metallkalken, Salzen und Erden bereitet. Sie ſind ferner entweder vollkommene oder unvollkommene. Die **vollkommnen** Gläſer ſind ganz durchſichtig, durch vollkommne Auflöſung und Schmelzung aller Theile; die **unvollkommnen**, z. B. Schmelz und Porcellan ſind undurchſichtig oder nur halb durchſichtig, weil viele ihrer Theile ungeſchmolzen bleiben. Gläſer, die man bey Metallarbeiten erhält, heißen **Schlacken** (ſcoriae), ſ. **Verglaſung**.

Das **gemeine Glas** wird aus glasartigen oder Kieſelerde enthaltenden und laugenartigen Materien, z. B. aus Sand und Aſche, bereitet. Unter den Säuren iſt keine, die es auflöſet, außer der Flußſpathſäure; wenn es aber gepülvert und mit Mineralſäuren digerirt wird, ſo verbinden ſich dieſe letztern mit dem Laugenſalze und die Kieſelerde wird frey. Wenn das Glas zu viel Laugenſalz enthält, ſo wird es auch in ganzen Stücken von den Mineralſäuren angegriffen; mit 3 — 4mal ſo viel Alkali zuſammengeſchmolzen giebt es ſogar eine Maſſe, die im Waſſer auflöslich iſt.

Die Maſſe oder **Fritte**, woraus man das Glas bereitet, wird in den Glasöfen in großen Tiegeln geſchmolzen, und zu Gefäßen und anderm Geräthe vermittelſt des Blaſerohrs, entweder aus freyer Hand, oder in Formen, in die erforderliche Geſtalt gebracht. Die Platten zu Spiegeln und dgl. werden aus geblaſenen Walzen geſtreckt, dickere auch gegoſſen. Die fertigen Arbeiten werden, um die von einer ſchleunigen Erkaltung entſtehende Härte und Spannung der Theile zu mindern, im Kühlofen wieder erhitzt und allmählig abgekühlt. Spiegel, nachgeahmte Edelſteine, optiſche und andere Kryſtallgläſer werden nachher weiter durch Maſchinen, auf Mühlen oder aus freyer Hand geſchliffen, oder mit einem Diamant geſchnitten. Kleine Arbeiten werden auch wohl vor einer Lampe geblaſen.

Das gemeine **grüne** Glas wird aus Sand und Aſche bereitet. Bedient man ſich ausgelaugter Aſche; ſo wird auch wohl etwas Kochſalz zugeſetzt. Die Farbe hängt von

der Wahl der Ingredienzien, die Härte und Dauer an der Luft und gegen feuchte Auflöſungsmittel von dem Verhältniſſe derſelben ab. Zum **weißen** oder **Kryſtallglaſe** wählt man reinere und weniger färbende Kieſel und Laugenſalze, und benimmt die noch übrige grüne Farbe durch Braunſtein, der es aber, im Uebermaaße zugeſetzt, oder bey zu lang anhaltendem Fluſſe, wieder röthlich färbt. Sollen künſtliche Arbeiten daraus verfertiget werden, ſo wird es durch einen größern Antheil von Laugenſalz, durch Arſenik, Salpeter oder Bleykalk leichtflüßiger gemacht, wodurch es aber auch zugleich weicher und leichter von Auflöſungsmitteln angegriffen wird. Durch Bleykalke erhält es eine anſehnliche Schwere, nimmt eine ſchöne Politur an, bricht die Lichtſtralen etwas weniger, zerſtreut aber nach **Zeihers** Entdeckung die Farben weit ſtärker (ſ. **Flintglas, Achromatiſche Fernröhre**). Künſtliche Edelſteine oder **Flüſſe** ſind härtere Gläſer aus **Straß** oder feinerer Fritte von gewählten Stoffen, die zur Nachahmung der natürlichen Edelſteine oft auch durch zugeſetzte Metallkalke gefärbt werden.

Zur Glasbereitung oder **Hyalurgie** haben ſchon im vorigen Jahrhunderte **Neri** (De arte vitriaria Libri VII. Amſt. 1681 12.) und **Kunkel** (Vollkommne Glasmacherkunſt, Frf. 1689. 4. Nürnb. 1756. 4.) ſehr ſchätzbare Anweiſungen gegeben, ſo wie unter den Neuern **Halle**. (Der Glasarbeiter, in der Werkſtätte der heutigen Künſte, Brandenb. und Leipz. 1761. 4. B. III. S. 141 — 158.), **Hartwig** (Die Glashütte, in **Sprengels** Handwerken in Tabellen, Samml. X. Berlin, 1773. 8. S. 274 — 309.) und **Beckmann** (Anleitung zur Technologie, Göttingen, 2te Aufl. 1787. 8. S. 240 — 254.) zu empfehlen ſind.

Das Glas wird zu ſo vielen im gemeinen Leben brauchbaren Geräthen mit Vortheil angewendet, daß es nächſt den Metallen gewiß die nützlichſte chymiſche Erfindung der Menſchen ausmacht. Es war ſchon im höchſten Alterthum bekannt. **Plinius** (H. N. L. XXXVI. c. 26.) erzählt, es ſey von egyptiſchen Kaufleuten bey einer Reiſe durch Phönicien am Ufer des Fluſſes Belus durch einen

Zufall erfunden worden, da ſie bey der Bereitung der Speiſen einige Stücken Natrum mit Uferſande vermengt unter ihre Dreyfüße geſetzt und durchs Feuer verglaſet gefunden hätten. Von dieſem Fluſſe führen auch **Tacitus** (Hiſtor. L. V.) und **Joſephus** (De bello Iudaico II. 9.) an, daß ſein Sand zur Bereitung des Glaſes ſehr geſchickt ſey. Nach der Erzählung des **Plinius** iſt die älteſte Glasfabrik zu Sidon geweſen; in Rom hat man erſt zu **Tibers** Zeiten Glas zu bereiten angefangen. Was aber dieſer Schriftſteller von der Erfindung des Kunſtſtücks hinzufügt, das Glas biegſam und ſtreckbar zu machen, iſt allem Anſehen nach eine Fabel, wofür es auch ſchon **Iſidorus** (Orig. XVI. 15.) ausgiebt. Zwar ließe ſich dieſes biegſame Glas für Hornſilber erklären, wenn es nicht höchſt unwahrſcheinlich wäre, daß man ſchon damals auf die Entdeckung dieſes Silberniederſchlags habe kommen können. Endlich erfand man unter **Nerons** Regierung die Kunſt, Becher und Gefäße aus einem hellen weißen Glaſe zu bereiten, das dem Bergkryſtalle glich; ſie kamen aus Alexandrien, und wurden um ungeheure Preiſe verkauft.

Von der Geſchichte des Glaſes handeln **Hamberger** (Comment. Soc. Gotting. To. IV.), und **Michaelis** (ebend.) von der Geſchichte des Glaſes bey den Hebräern.

Für die Phyſik iſt das Glas wegen vieler von ſeinen Eigenſchaften eine ganz unentbehrliche Materie. Seine Unzerſtörlichkeit, Undurchdringlichkeit, und Durchſichtigkeit machen es geſchickt zu Gefäßen, in welchen mancherley Stoffe eingeſchloſſen und mancherley Operationen vorgenommen werden können. Durch ſeine ſtralenbrechende Eigenſchaft und Glätte wird es zu optiſchen Werkzeugen brauchbar, und als ein vorzüglich guter Nicht-leiter macht es einen beträchtlichen Theil der elektriſchen Geräthſchaft aus. Unſere Kenntniß der Natur würde daher ohne den Gebrauch des Glaſes weit unvollkommner, als jetzt, geblieben ſeyn.

Macquer chem. Wörterb. Art. Glas.

Briſſon dict. raiſonné de phyſ. Art. *Verre*.

Glaselektricität, poſitive oder Plus-elektricität, Electricitas vitrea ſ. poſitiva, *Electricité vitrée* ou *poſitive*. Diejenige Elektricität, welche das glatte Glas durch Reiben mit der Hand oder mit andern Subſtanzen erhält. Sie iſt, wie du Fay entdeckt hat, der Elektricität, die das Harz oder Siegellack durch Reiben an den meiſten Subſtanzen erhält, entgegengeſetzt, ſo daß ein elektriſcher Körper, welchen das geriebene Glas anzieht, in eben dem Zuſtande von dem geriebnen Siegellack abgeſtoſſen wird. **Franklin** und überhaupt alle, welche nur eine einzige elektriſche Materie annehmen, erklären die Glaselektricität aus dem **Ueberfluſſe** dieſer Materie, und nennen ſie daher die poſitive oder Pluselektricität, ſ. **Elektricität**, unter dem Abſchnitte: **Entgegengeſetzte Elektricitäten.**

Glastropfen, Glasthränen, Springgläſer, Lacrymae vitreae, *Larmes Bataviques*, *Larmes de verre.* Wenn man einen flüßigen Glastropfen in kaltes Waſſer fallen läßt, ſo nimmt er die Geſtalt eines ovalrunden Körpers an, der ſich in einen langen dünnen Schwanz endiget, und erhält nun in ſeinem feſten Zuſtande den Namen einer **Glasthräne** u. ſ. w. Dieſe feſten Glastropfen haben die merkwürdige Eigenſchaft, daß ſich der ovalrunde Theil mit dem Hammer ſchlagen und abſchleifen läßt, ohne zu zerbrechen, da hingegen, wenn man den dünnen Schweif abbricht, der ganze Tropfen augenblicklich in einen feinen Staub zerſpringt.

Man kan die Urſache dieſes Zerſpringens nicht in der Luft ſuchen; denn obgleich dieſe Tropfen gewöhnlich kleine Bläschen enthalten, ſo kan man doch den Körper bis auf dieſe Bläschen abſchleifen, ohne daß er zerſpringt; auch thun die Tropfen ihre Wirkung im luftleeren Raume. Die erwähnten Bläschen ſind nach **Boſc d'Antic** (Mém. preſentés à l'Ac. de Paris, To. IV.) nichts, als ein in Dämpfe aufgelöſter Glasſchaum oder Glasgalle, und die Glastropfen zerſpringen auch, wenn ſie keine Bläschen haben.

Vielmehr liegt die Urſache des Phänomens in ihrem

plötzlichen Erkalten im Waſſer, wie bey den Springkolben, ſ. **Bologneſer Flaſchen**, wobey die äußern Theile eher, als die innern, kalt werden, daher man ſie noch auf 6 Secunden lang im Waſſer glühen ſieht. Dadurch gerathen ihre Theile in eine ſehr ſtarke und ungleiche Spannung, und eine angefangne Trennung ſetzt ſich augenblicklich durch alle Theile fort. Im ovalen Theile hingegen iſt die Verbindung wegen der Wölbung feſter. Dieſe richtige Meynung haben ſchon **Hobbes**, **Montanari** und **Sturm** angenommen. Die Glastropfen verlieren ihre Sprödigkeit, wie die Springkolben, wenn man ſie auf glühende Kohlen legt, und dann nach und nach abkühlen läßt. Man kan ſie von weißem Glaſe eben ſowohl, als von grünem, verfertigen.

Läßt man einen noch flüßigen Glasfaden in kaltes Waſſer gehen, ſo nimmt er von ſelbſt eine ſpiralförmige Windung an. Die ſo bereitet n **Glaswürmer** (vermiculi vitrei) zerſpringen ebenfalls in Staub, wenn man ein Stück davon abbricht.

Wolfs Nützliche Verſuche, Th. III. Cap. 3.

Erxleben Anfangsgründe der Naturl. mit Lichtenbergs Anm. §. 422.

Glatt, Laevis, *Poli.* Glatt heißt die Oberfläche eines Körpers, wenn auf ihr keine, oder nur wenige und unbeträchtliche Theile über die andern hervorragen. Wir finden in der Natur keine völlig glatten Oberflächen; ſelbſt in den polirten Flächen der beſten Gläſer und Metallſpiegel, die dem bloßen Auge und dem Gefühl glatt ſcheinen, entdeckt man durch das Microſkop noch Erhöhungen und Vertiefungen. Inzwiſchen giebt es Körper, deren Flächen von Natur oder durch Kunſt ſehr glatt ſind, z. B. Eis, polirte Gläſer und Marmorplatten u. dgl. Dem Glatten iſt das Rauhe entgegengeſetzt, ſ. **Rauh**. Glatte Ebnen von einerley Materien hängen bey der Berührung zuſammen, ſ. **Cohäſion**, und Körper, die man auf glatten Flächen bewegt, leiden weniger Reibung, ſ. **Reiben**.

Glatteis, Glacies tenuis corporum ſuperficies obducens, *Verglas*. Wenn nach einer ſtarken oder langwierigen Kälte die Temperatur gelinder wird, ſo bleiben das Steinpflaſter, die Fußboden, Mauern und andere Körper noch eine Zeit lang kälter, als die äußere Luft, daher ſchlagen ſich an ihren Oberflächen die in der Luft aufgelöſten Dünſte nieder, und gefrieren, wenn die Flächen kalt genug ſind, in Form einer dünnen glatten Eisrinde, welche **Glatteis** genannt wird. Eine ſolche Rinde bildet auch der Regen, wenn er bey der Temperatur des Eispunkts, wo die Tropfen ſchon dem Gefrieren nahe ſind, auf den noch kältern Boden herabfällt, und augenblicklich auf demſelben gefrieret.

Gleichförmig, Aequabilis, *Uniforme*. Gleichförmig heißt, was ſo vertheilt iſt, daß auf jeden gleich großen Theil gleichviel kömmt. Gleichförmige Bewegung, bey welcher jeder Theil des Weges mit gleicher Geſchwindigkeit beſchrieben, oder in jedem Zeittheile gleich viel Raum zurückgelegt wird; gleichförmige Dichte, wenn jeder Theil des Körpers ſo dicht, als der andere, oder in jedem gleich großen Raume gleich viel Maſſe enthalten iſt, u. ſ. w. ſ. **Bewegung, gleichförmige, Dichte**. Dem Gleichförmigen wird das Ungleichförmige entgegengeſetzt.

Gleichgewicht, Aequilibrium, *Equilibre*. Der Zuſtand der Ruhe, welcher erfolgt, wenn zwo gleiche Kräfte nach entgegengeſetzten Richtungen einander entgegen wirken, ſo daß beyde ſich aufheben, und keine von ihnen Bewegung hervorbringen kan. Wenn beyde Schalen einer Wage mit vollkommen gleichen Gewichten beſchwert ſind, ſo ſtrebt das Gewicht der Schale zur Rechten, das rechte Ende des Wagbalkens herabzuziehen, das in der Schale zur Linken hingegen ſtrebt mit gleicher Kraft, eben dieſes Ende aufwärts zu treiben, beyde Beſtrebungen heben ſich auf, und der Wagbalken bleibt in Ruhe. Dieſen Zuſtand nennt man das **Gleichgewicht** der Kräfte, welcher Namen eben ſo, wie die lateiniſche Benennung, von dem Beyſpiele der innenſtehenden Wage hergenommen iſt. Die Lehre vom Gleichgewichte der Kräfte heißt die **Statik**.

Der allgemeine Grundſatz der Statik iſt alſo dieſer: **Wenn ein Körper von zwoen einander gerade entgegengeſetzten u. gleichen Kräften getrieben wird, ſo muß er ruhen**, oder die Kräfte ſtehen im Gleichgewicht. Es hängt dieſes Axiom mit dem Satze des zureichenden Grundes zuſammen. Nemlich beyden Kräften zugleich kan der Körper nicht folgen; es iſt aber auch kein Grund da, warum er einer allein mehr, als der andern, folgen ſollte.

Wird ein Körper von mehr als zwoen Kräften getrieben, ſo läßt ſich ein Paar derſelben nach den Regeln der Zuſammenſetzung der Kräfte in eine einzige zuſammenbringen, welche eine andere Größe und Richtung hat, ſ. **Zuſammenſetzung der Kräfte.** Dieſe mit der dritten zuſammengeſetzt, giebt wiederum eine neue, die ſich als die Summe aller drey zuſammengeſetzten anſehen läßt, und mit der vierten ꝛc. zuſammengeſetzt, ein neues Reſultat für die Summe aller vier ꝛc. Kräfte giebt. Fährt man ſo fort, bis nur noch eine einzige übrig iſt, und iſt alsdann dieſe letzte der Summe aller übrigen gleich und entgegengeſetzt, ſo ſtehen ſämmtliche Kräfte im Gleichgewicht, und der Körper muß ruhen.

Taf. X. Fig. 45. werde der Körper A nach den Richtungen AB, AC, AD von drey Kräften gezogen, die ſich wie die Linien AB, AC, AD verhalten. Man ſetze AB und AC zuſammen, indem man BE mit AC und CE mit AB parallel ziehet, ſo wird AE, die Diagonale des Parallelogramms ABEC die Summe derſelben ſeyn. Iſt nun die einzige noch übrige Kraft AD dieſer Summe AE genau gleich und entgegengeſetzt, ſo muß der Körper A in Ruhe bleiben, weil die dritte Kraft gerade das aufhebt, was die beyden erſten zuſammen hervorbringen. Hiebey muß alſo AD = DE ſeyn, und die Richtungen beyder Linien AD und DE müſſen in einerley geraden Linie (in directum) liegen; mithin ſind die drey Seiten des Dreyecks ACE den Richtungen der drey Kräfte AB, AC, AD gleichlaufend: denn AC iſt die Richtung der erſten Kraft ſelbſt, CE iſt mit der Richtung der zweyten AB parallel,

und AE liegt in einer geraden Linie mit der Richtung der dritten AD. Auch ſind dieſe drey Seiten den Linien AB, AC, AD gleich, und verhalten ſich daher wie die Größen der Kräfte. Daher iſt das Geſetz des Gleichgewichts für drey Kräfte dieſes: **Wird ein Körper von drey Kräften getrieben, welche ſich, wie drey mit ihnen parallele Seiten eines Dreyecks verhalten, ſo muß er ruhen.** Dieſer von **Simon Stevin** (Beghinſelen der Weghkonſt, Amſterd. 1596. 4.) entdeckte Satz iſt ſehr fruchtbar an wichtigen Folgen, und **Varignon** (Nouvelle mecanique ou Statique, à Paris, 1725. 4.) hat ihn zum allgemeinen Grundſatze der ganzen Statik angenommen. Doch hat er für einen Grundſatz keine hinlängliche Evidenz, und iſt vielmehr eine Folge aus der Lehre von Zuſammenſetzung der Kräfte.

Aus dem Grundſatze des Gleichgewichts zwoer Kräfte fließen als Folgen, die Geſetze des Gleichgewichts feſter Körper am Hebel, flüßiger Körper unter einander ſelbſt, und feſter Körper mit flüßigen. Die Geſetze des Gleichgewichts feſter Körper am Hebel, und flüßiger unter einander ſelbſt werden bey den Worten: **Hebel** und **Röhren, communicirende**, abgehandelt werden; aber für die Sätze vom Gleichgewicht feſter Körper mit flüßigen habe ich keine ſchickliche Stelle in irgend einem beſondern Artikel finden können, und will ſie daher dem gegenwärtigen beyfügen.

Gleichgewicht flüßiger Körper mit feſten.

Folgende Sätze ſind bey dem Worte **Druck** unter dem Abſchnitte: Druck flüßiger Maſſen gegen die Gefäße (Th. I. S. 611. u. f.) erwieſen worden.

I. Der Druck des Waſſers (welches Wort hier überhaupt jede flüßige Materie bedeutet) auf einen Boden, iſt dem Gewichte der Waſſerſäule gleich, welche den Boden zur Grundfläche und die ſenkrechte Höhe des Waſſers über demſelben zur Höhe hat.

II. Der aufwärts gerichtete Druck gegen einen feſten Deckel wird durch das Gewicht einer Waſſerſäule gemeſſen, welche die Fläche des Deckels zur Grundfläche, und die

ſenkrechte Höhe des Waſſers über der Ebne des Deckels zur Höhe hat.

III. Der ſeitwärts gehende Druck auf eine feſte Wand wird durch das Gewicht einer Waſſerſäule gemeſſen, welche die Wand zur Grundfläche, und die ſenkrechte Höhe des Waſſers über die Mitte der Wand zur Höhe hat.

Man ſtelle ſich nun vor, Taf. X. Fig. 46. ſey in das bis EF mit Waſſer gefüllte Gefäß ABCD ein rechtwinklichtes Parallelepipedum abcd ſo eingeſenkt, daß es völlig vom Waſſer umringt werde. So iſt zuerſt aus III. klar, daß der Druck des Waſſers auf die Seitenwände ac und bd gleich groß ſey, weil die Seitenflächen ſelbſt gleich groß ſind, und die Höhe des Waſſers über ihrer Mitte ge und hf, ebenfalls auf beyden Seiten gleich iſt. Daher heben ſich dieſe Drückungen als gleiche und entgegengeſetzte Kräfte von allen Seiten auf, es findet ein völliges Gleichgewicht ſtatt, und der Körper wird vom Waſſer auf keine Seite verſchoben.

Wohl aber wird er von beyden Seiten zuſammengedrückt, und die Preſſungen können bey einer großen Tiefe unter Waſſer ſehr ſtark werden, ſo daß platte zerbrechliche Flächen dadurch zerdrückt werden. Daher zerbricht eine verſtopfte leere Flaſche mit platten Seitenflächen, wenn man ſie ſehr tief im Waſſer verſenkt; eine offen gelaſſene aber bleibt ganz, weil ſie ſich inwendig mit Waſſer füllt, welches auf jede Seitenfläche von innen eben ſo ſtark herauswärts drückt, als das äußere hineinwärts; daher die äußern Preſſungen beyde aufgehoben werden, und nicht mehr auf das Zuſammendrücken der ganzen Flaſche wirken können.

Es erhellet ferner aus I., daß der Druck des Waſſers auf die obere Fläche ab dem Gewichte der Waſſerſäule eabf gleich iſt, und aus II., daß der aufwärts gerichtete Druck gegen die untere Fläche cd durch das Gewicht der Waſſerſäule ecdf gemeſſen wird. Dieſe beyden Drückungen ſind zwar entgegengeſetzt, aber nicht gleich. Es wird alſo die größere, d. i. die aufwärts gerichtete, nur um ſo viel vermindert werden, als die kleinere beträgt. Nun iſt

die Waſſerſäule e c d f, um e a b f vermindert, der Waſſerſäule a b c d oder dem Waſſer gleich, das den Raum des feſten Körpers a b c d einnimmt. Es bleibt alſo von dem aufwärts gerichteten Drucke ſo viel übrig, als das Gewicht des Waſſers austrägt, das den Raum des eingeſenkten Körpers einnehmen kann. Oder: **Das Waſſer hebt einen ganz eingeſenkten Körper mit einer Kraft, die dem Gewichte des aus ſeiner Stelle getriebnen Waſſers gleich iſt.**

Dieſer Beweiß gilt, wie er hier vorgetragen iſt, nur für ein rechtwinklichtes Parallelepipedum. Man kan ihn aber leicht auf Körper von jeder Geſtalt ausdehnen, wenn man das zu Hülfe nimmt, was am Schluſſe des Artikels: **Druck** (Th. I. S. 614.) vom Drucke auf krumme Flächen geſagt wird. Hat z. B. der feſte Körper die irreguläre Geſtalt a b c d, Taf. X. Fig. 47, ſo wird der niederwärts gehende Druck dem Gewichte des Waſſers im Raume e a d c f; der aufwärts gehende dem des Waſſers im Raume e a b c f; und alſo beyder Unterſchied oder die Kraft, womit der Körper wirklich gehoben wird, dem Gewicht des Waſſers im Raume a b c d gleich ſeyn.

Kürzer wird eben dieſer Satz in den phyſikaliſchen Lehrbüchern ſo erwieſen: Ein feſter Körper, in Waſſer verſenkt, leidet unſtreitig von dem ihn umgebenden Waſſer eben den Druck, den ein eben ſo großer Theil Waſſer an ſeine Stelle geſetzt davon leiden würde. Dieſer Theil Waſſer in a b c d wird aber von dem übrigen Waſſer dergeſtalt getragen, daß ſein Gewicht, mit dem er zu Boden ſinken will, gerade aufgehoben wird, weil er an ſeiner Stelle bleibt, ohne zu fallen. Alſo wird auch von dem Gewichte des eingeſenkten feſten Körpers ſo viel aufgehoben, oder das Waſſer hebt ihn ſo ſtark, als das Gewicht des Waſſers beträgt, das gerade ſeine Stelle einnehmen könnte, oder das er aus derſelben vertrieben hat.

Hat alſo ein Körper mehr Gewicht, als ein gleich groſſer Theil Waſſer, ſo verliert er durch das Heben des Waſſers nur einen Theil ſeines Gewichts; der übrige Theil treibt ihn zu Boden, daher **ſinkt er unter.** Ein Faden,

der ihn hält, hat nicht mehr das ganze Gewicht des Körpers, ſondern nur dieſen Ueberreſt, mit dem er ſinken will, zu tragen, und die Wage, an deren Schale dieſer Faden befeſtiget wird, zeigt nur dieſen Ueberreſt an. Das heißt: **Der Körper verliert im Waſſer von ſeinem Gewichte ſo viel, als ein gleich großer Theil Waſſer wiegt** Wiegt z. B. eine Bleykugel 11 Loth, und eine gleich große Waſſerkugel 1 Loth, ſo wird die Bleykugel in Waſſer verſenkt, 1 Loth von ihrem Gewichte verlieren. Verſuche hierüber anzuſtellen, dient die hydroſtatiſche Wage, ſ. **Wage, hydroſtatiſche**, und Anwendungen hievon auf die Beſtimmung der eigenthümlichen Gewichte der Körper findet man bey dem Worte: **Schwere, ſpecifiſche.**

Hat der feſte Körper, der ſich in dem Waſſer befindet, mit dem Waſſer ſelbſt einerley Gewicht, ſo verliert er ſein ganzes Gewicht, und behält nichts übrig, womit er ſinken könnte. Er bleibt alſo mitten im Waſſer an ſeiner Stelle ruhig ſtehen, und ein Faden, an dem er hängt, hat nichts mehr zu tragen. So fühlt man das Gewicht eines Eimers mit Waſſer, den man aus einem Brunnen zieht, gar nicht, ſo lang der Eimer völlig unter Waſſer iſt.

Ein feſter Körper endlich, der weniger wiegt, als ein gleich großer Theil Waſſer, wird von dem Waſſer ſtärker aufwärts gehoben, als ihn ſein Gewicht niedertreibt. Er wird alſo weder ſinken, noch ſtehen bleiben, ſondern vielmehr ſo lang aufwärts ſteigen, bis ihn das Waſſer nicht mehr ſtärker heben kan, als ihn ſein Gewicht abwärts treibt, d. h. er wird **ſchwimmen.** Eben dies wiederfährt auch einem flüßigen Körper, der ſich nicht mit dem Waſſer vermiſcht, und es wird hievon bey dem Worte: **Schwimmen**, ausführlich gehandelt werden.

Dieſe Sätze vom Gleichgewichte feſter Körper mit flüßigen, ſind Erfindungen des **Archimedes** (περὶ τῶν ὀχουμένων βιβλ. β. ſ. De inſidentibus humido Libri II. in Opp. per David. Rivaltum. Paris 1615. fol. p. 487.), von welchem **Vitruv** (De architectura L. IX. c. 3.) das bekannte Märchen erzählt, daß er bey Veranlaſſung einer

vom König Hieron beſtellten goldnen Krone, den Betrug des Künſtlers, der ſie mit Silber gemiſcht hatte, ohne Zerſtörung des Kunſtwerks zu entdecken gewünſcht habe, hierauf im Bade durch Nachdenken über das Leichterwerden ſeines ins Waſſer geſenkten Körpers auf die Erfindung der hydroſtatiſchen Probe geleitet worden, und vor Freuden über dieſe Entdeckung mit Geſchrey nackend aus dem Bade geſprungen ſey. Iſt gleich dieſe Erzählung fabelhaft, ſo kan doch die Erfindung ſelbſt dem Archimedes zugehören, wiewohl ſeine oben angeführten Bücher nur von ſchwimmenden, nicht von unterſinkenden Körpern handeln.

Gleichung der Bahn, ſ. Anomalie.

Gleichung der Zeit, Zeitgleichung, Aequatio temporis, *Equation du tems, Equation de l' horloge.* So heißt in der Sternkunde der Unterſchied zwiſchen der wahren und mittlern Sonnenzeit, ſ. **Sonnenzeit**.

Da die wahren Sonnentage, mithin auch die Stunden und übrigen Theile der wahren Sonnenzeit, ungleich ſind, ſo iſt es unmöglich, daß Uhren, deren größter Vorzug in einem gleichförmigen Gange beſteht, jemals wahre Sonnenzeit zeigen können. Um aber doch ein gewiſſes Mittel zu haben, woran man die immer gleichen Stunden der Uhren binden könne, hat man die mittlere Sonnenzeit eingeführt. Man ſtellt ſich zu dem Ende eine erdichtete Sonne vor, welche ſich im Aequator bewegt und täglich gleich weit gegen Morgen fortrückt, dennoch aber ihren jährlichen Umlauf um den ganzen Himmel in eben der Zeit, wie die wahre Sonne, vollendet. Man überſieht leicht, daß dieſe erdichtete Sonne bey ihrem täglichen Umlaufe den Mittagskreis bald früher, bald ſpäter, als die wahre Sonne, bisweilen auch zugleich mit der letztern erreichen würde. Die Culmination der erdichteten Sonne würde aber den Augenblick des mittlern Mittags angeben, den die aſtronomiſchen Uhren zeigen ſollen, ſo wie die Culmination der wahren Sonne den Augenblick des wahren Mittags beſtimmt, den die Sonnenuhren weiſen. Der Unterſchied zwiſchen beyden oder die Zeitgleichung giebt alſo zugleich an, um wie viel die aſtro-

nomiſchen Penduluhren im Mittage jeden Tages von den Sonnenuhren abweichen ſollen.

Ein mittlerer Sonnentag kan zwar von einem wahren Sonnentage nie viel über 30 Secunden unterſchieden ſeyn; mehrentheils weichen beyde noch weit weniger von einander ab. Da ſich aber dieſe Unterſchiede oft mehrere Monate hindurch von Tag zu Tag aufſammlen, ſo kan ihre Summe, oder die Zeitgleichung ſelbſt, bis über 15 Minuten ſteigen.

Genauere Berechnungen des wahren Sonnenlaufs zeigen, daß im Februar und November der Unterſchied beyder Mittage bis auf 15 Minuten gehe; viermal im Jahre aber, nemlich den 15ten April, 15 Junii, 31 Auguſt und 24 December ganz verſchwinde, wo folglich beyde Sonnen zugleich in den Meridian kommen würden.

Folgende Tafel enthält die Zeitgleichung durchs ganze Jahr von 10 zu 10 Tagen ſo, daß ſie zu 12 Uhr hinzugeſetzt iſt, wenn die erdichtete Sonne früher in den Mittagskreis kömmt; von 12 Uhr abgezogen, wenn die wahre Sonne dieſen Kreis eher erreicht. So giebt die Tafel eigentlich an, was eine nach der mittlern Sonnenzeit abgetheilte richtige Penduluhr zeigen muß, wenn die wahre Sonne im Mittage ſteht, und die Sonnenuhren 12 zeigen.

Jan. 1	12 U.	4 Min.		Jun. 10	11 U.	59 Min.
11	12	8		20	12	1
21	12	12		30	12	3
31	12	14		Jul. 10	12	5
Febr. 10	12	15		20	12	6
20	12	14		30	12	6
März 2	12	12		Aug. 9	12	5
12	12	10		19	12	3
22	12	7		29	12	1
Apr. 1	12	4		Sept. 8	11	58
11	12	1		18	11	54
21	11	58		28	11	51
May 1	11	57		Oct. 8	11	48
11	11	56		18	11	45
21	11	56		28	11	44
31	11	57				

Nov. 7	11 U.	44 Min.		Dec. 7	11 U.	52 Min.	
17	11	45		17	11	57	
27	11	48		27	12	2	

Genauer geben dies die aſtronomiſchen Ephemeriden und Kalender an. In Bode aſtronomiſchem Jahrbuche findet man in der dritten Columne der erſten Seite unter der Aufſchrift: Mittlere Zeit im wahren Mittage dieſe Angabe bis auf Zehntel der Secunde für alle Tage des Jahres, z. B. für den 10. Jul. 1786, 12 U. 4 Min. 52, 7 Sec. Auf dieſe Zeit mußte an ſelbigem Tage im Augenblicke des Mittags eine Uhr geſtellt werden, wenn ſie die mittlere Sonnenzeit richtig zeigen ſollte.

Die Stadtuhren, Zimmer- und Taſchenuhren, welche ſich, ſo viel möglich, nach der Sonne oder bürgerlichen Zeit richten ſollen, müſſen eigentlich jeden Tag entweder nach der Sonne, oder nach einer richtigen aſtronomiſchen Uhr (Probiruhr) geſtellt werden. Dieſe letztere zeigt die mittlere Zeit. Wenn alſo am 10 Jul. 1786 die Probiruhr 12 U. 4 Min. 52, 7 Sec. zeigte, ſo war dies der Augenblick, in welchem man die zum gemeinen Gebrauch beſtimmten Uhren genau auf 12 Uhr ſtellen mußte. Man ſieht hieraus, daß die Tafel der Zeitgleichung auch im gemeinen Leben zum Stellen der Uhren unentbehrlich iſt.

Bode Erläuterung der Sternkunde, I. Theil. §. 184.

Glockenſpiel, elektriſches, *Carillon électrique.* Eine Verbindung von einigen Metallglöckchen, an welche die Klöppel durch die elektriſche Anziehung anſchlagen. Die einfachſte Einrichtung zeigt Taf. X. Fig. 48. B iſt ein meſſingenes Gehenk, womit man das ganze Geräth an den Conductor einer Maſchine hängen kan. Die zwo Glocken C und E hängen an meſſingnen Ketten; die mittlere D und die kleinen meſſingnen Klöppel zwiſchen CD und DE an ſeidnen Fäden. Aus der Höhlung der Glocke D geht eine meſſingne Kette hervor, die am Ende F eine ſeidne Schnur hat. Läßt man dieſe Kette auf den Tiſch fallen, und elektriſirt den Conductor A, ſo wird das Glockenſpiel ſo lange läuten, als es elektriſirt bleibt.

Die Glocken C und E werden zuerſt elektriſirt, ziehen die Klöppel an, theilen ihnen etwas Elektricität mit, und ſtoßen ſie dann gegen die Glocke D zurück, an welche ſie dieſe Elektricität wieder abgeben, und nun von neuem von C und E angezogen werden, u. ſ. w. Wenn man die ſeidne Schnur F angreift, und damit die Kette vom Tiſche aufhebt, daß die Glocke D nunmehr iſolirt iſt, ſo werden die Glocken zwar eine Zeit läuten, aber bald ſtillſtehen, weil D bald eben ſo viel Elektricität erhält, als C und E, daß alſo die Klöppel nichts mehr an D abgeben können, mithin auch nicht mehr angezogen werden.

Dieſe Vorrichtung kan noch auf mancherley Art abgeändert werden. Man kan z. B. eine ganze Reihe von Glocken verbinden, dieſelben in einen Kreis ſtellen u. ſ. w. Verſchiedene ſolche Abänderungen beſchreibt **Adams** (Verſuch über die Elektr. Leipz. 1785. gr. 8. 24 Verſ. S. 36.). **Franklin** brachte das Glockenſpiel an ſeinen Elektricitätszeiger ſo an, daß es durch ſein Läuten anzeigte, wenn die Luft elektriſch war, ſ. **Elektricitätszeiger**. Auch der Vorſchlag des elektriſchen Claviers, ſ. **Clavier, elektriſches**, beruht auf dem Glockenſpiele.

Cavallo Abhandl. der Lehre von der Elektricität, Dritte Aufl. Leipzig, 1785. gr. 8. S. 245. u. f.

Glühen, Candere, Excandeſcere, *Rougir*. Wenn ein Körper ſo ſtark erhitzt iſt, daß er leuchtet, ſo ſagt man, er **glühe**. Leuchtet auch das, was von ihm ausgeht, ſo nennt man es eine Flamme, und ſagt, der Körper **brenne**. Man kann daher die Flamme einen glühenden Dampf oder eine aus dem brennenden Körper kommende und glühende elaſtiſche Materie nennen, ſ. **Flamme**. Durchs Brennen wird der Körper allezeit zerſtört, aber nicht allemal durchs Glühen. Wenn das Glühen den Körper zerſetzt, wie bey den Kohlen, dem Eiſen u. ſ. w., ſo ſcheint es wohl mit dem Brennen einerley zu ſeyn, und man kan in ſolchen Fällen auch durch Anblaſen und andere Mittel die Flamme verſtärken und ſichtbar machen. Feuerbeſtändige Körper aber, z. B. Quarz, Glas, vollkommne Me-

talle u. dgl. werden durchs Glühen nicht zerſetzt, und geben daher gar keine Flamme.

Es iſt zum Glühen ein gewiſſer Grad der Hitze erforderlich, der den zum Schmelzen nöthigen Grad bey manchen Körpern überſteigt, bey andern aber geringer, als der letztere, iſt. Manche Körper, z. B. Bley und Zinn, ſchmelzen, ehe ſie glühen, andere, wie Eiſen, glühen, ehe ſie ſchmelzen. Das **Rothglühen**, wobey nur rothe und gelbe Lichtſtralen ausgehen, erfordert keine ſo große Hitze, als das **Weißglühen**, wobey alle Arten von Farbenſtralen in Bewegung geſetzt werden. Nach den neuſten Theorien ſcheint der Grad der Hitze, welcher zum Glühen verbrennlicher Körper erforderlich iſt, der 650ſte Grad der fahrenheitiſchen Scale zu ſeyn. Hieher ſetzt wenigſtens Herr **de Lüc** ſeinen **Entzündungspunkt**, (*degré de chaleur brûlante*), und **Kraft** (Comm. Petrop. To. XIV.) hat ſchon lange vorher bemerkt, daß bey dieſem Grade das vorher glühende Eiſen im Dunkeln zu leuchten aufhöre.

Gold, Aurum, *Or*. Das vollkommenſte, bey den gewöhnlichen Operationen der Chymie unzerſtörliche Metall, von einer ſchimmernden gelben Farbe und großer Dehnbarkeit. Es beſitzt die Eigenſchaften, welche die Metalle auszeichnen, im höchſten Grade, und iſt deswegen von den ältern Chymiſten die **Sonne** oder der **König** der Metalle genannt, auch mit ☉ bezeichnet worden. Es iſt härter als Zinn, aber weicher als Silber. Seine Dehnbarkeit iſt erſtaunlich; und man kan nach **Reaumurs** Berechnungen (Mém. de Paris, 1713.) mit einer Unze Gold einen 444 Stunden Weges (lieues) langen Silberfaden genau bedecken und vergolden, ſ. **Dehnbarkeit**, auch bringen es die Goldſchläger in ſehr dünne Blättchen. Es hat unter allen Metallen die größte Zähigkeit. Ein Golddrath von $\frac{1}{10}$ Zoll Durchmeſſer trägt, ohne zu reißen, 50 Pfund. Der Wirkung des Waſſers und der Luft widerſteht das Gold völlig, und jede Unſcheinbarkeit ſeiner Oberfläche kan nur von daran klebenden fremden Materien, nie von einer Zerſtörung des Goldes ſelbſt, herkommen.

Es hat die größte ſpeciſiſche Schwere unter allen Metallen, und überhaupt unter allen bekannten Körpern. Sie beträgt bey dem reinſten Golde 19,649mal ſo viel, als die des reinen Waſſers, ſo daß ein pariſer Cubikſchuh davon etwa 1348 Pfund wiegt.

Das Gold iſt in hohem Grade feuerbeſtändig. Es wird im Feuer zuerſt glühend, und ſchmelzt dann mit einer ſanften grünen Farbe auf der Oberfläche. Allein es leidet dabey nicht den mindeſten Abgang, wenn man es gleich, wie **Boyle** und **Kunkel**, über einen Monat lang im Glasofen dem Feuer ausſetzt. Dennoch wird es durch die Hitze des Brennpunkts großer Brenngläſer in einem dünnen Rauche aufgetrieben, der ſich an kaltes Silber hängt, und darauf eine wahre Vergoldung bildet. **Homberg** wollte dieſen Rauch für den merkurialiſchen Grundſtoff des Goldes halten; aber **Macquer**, **Briſſon** u. a. erklären ihn blos für eine Menge feiner, ſonſt unveränderter, Goldtheilchen.

Unter den mineraliſchen Säuren löſen die dephlogiſtiſirte Salzſäure (**Scheele** von Luft und Feuer, §. 82.) und die allerſtärkſte Salpeterſäure (**Brandt** ſchwed. Abhdl. 1748.) das Gold, wiewohl nur ſchwach, auf. Die eigentlichen Auflöſungsmittel des Goldes ſind das Königswaſſer und die Schwefelleber. Das **Königswaſſer, Goldſcheidewaſſer** (aqua regis, *eau royale*) beſteht aus Salzſäure, mit Salpeterſäure vermiſcht, und kan ſehr leicht durch Auflöſung des Salmiaks in Scheidewaſſer erhalten werden. Die Auflöſung des Goldes darinn hat eine goldgelbe Farbe, färbt die Finger ſtark violet, und giebt beym Abdampfen die **Goldkryſtallen** und den **Goldkalk**. Das Gold kan auch daraus durch ſehr viele Mittel, vorzüglich durch Laugenſalze, Kalkerden und andere Metalle niedergeſchlagen werden. Der durch flüchtiges Alkali bewirkte Niederſchlag iſt das **Knallgold**; durch das Zinn und Libavs rauchenden Salzgeiſt wird der **Mineralpurpur** oder das **Goldpräcipitat des Caſſius** erhalten. Dieſe Niederſchläge ſcheinen, wenn ſie mit Laugenſalzen oder Erden bereitet ſind, wahre Goldkalke zu ſeyn, da die mit Metallen bereiteten blos fein zertrenntes metal-

liſches Gold ſind. Sie ſind in allen Säuren auflöslich. Der Aether zieht das Gold aus der Auflöſung in ſich, ſchwimmt mit ihm auf dem Königswaſſer, und bildet ein **trinkbares Gold** (aurum potabile).

Die aus fixem Alkali und Schwefel zuſammengeſetzte **Schwefelleber** löſet durch Schmelzung das Gold ſogleich auf, zergeht mit demſelben, wenn ſie kalt iſt, im Waſſer, und nimmt das Gold mit ſich durch das Löſchpapier des Filtrums. Dies iſt **Stahls** trinkbares Gold; man kan es durch Säuren niederſchlagen, wobey zwar nebſt dem Golde auch der Schwefel zu Boden fällt, aber durch Feuer weggetrieben, das Gold in metalliſcher Geſtalt zurückläßt.

Das Gold läßt ſich mit allen Metallen verbinden. Zu Münzen und Goldſchmiedsarbeiten wird es mit Silber und Kupfer, zu Gewinnung aus den Erzen und zu Vergoldungen mit Queckſilber, zur Reinigung von fremden Beymiſchungen mit Bley und Spießglaskönig verbunden. Es verliert durch alle dieſe Vermiſchungen an Geſchmeidigkeit, und kan vom Silber nicht anders geſchieden werden, als durch Auflöſung in Säuren oder Schwefel; von den übrigen Metallen aber reiniget man es durch die Verſchlackung derſelben mit Bley, Salpeter oder Spießglas, wobey das Gold unzerſtört zurück bleibt.

Man ſieht wegen der angeführten Erſcheinungen das Gold als ein feuerbeſtändiges, unzerſtörbares und unzerſetzbares Metall an. Einige Chymiſten, z. B. **Kunkel**, geben zwar vor, es verkalkt zu haben, und **Homberg** glaubte, es ſey im Brennpunkte des großen Tſchirnhauſenſchen Brennglaſes in ein violettes Glas verwandelt worden, ſ. **Brennglas**. **Macquer** bezeugt, daß er ſelbſt ein ſtarkes Korn von dieſem Glaſe erhalten habe, aber er bemerkt auch, daß man darinn durchs Mikroſkop eine unzählbare Menge feiner unzerſetzter Goldkörner entdecke; er wagt es daher nicht, über die Natur und den Urſprung dieſes Glaſes zu entſcheiden. Die Alchymiſten behaupten die Möglichkeit, das Gold zu zerſetzen, zu zerſtören, oder das, was ſie ſeinen Schwefel, ſeine Tinctur, ſeine See-

le nennen, herauszuziehen. Sie haben in dieſer Abſicht erſtaunliche Arbeiten unternommen, von denen einige wohl einer Wiederholung und genauern Prüfung werth wären.

Man findet das Gold mehrentheils gediegen; jetzt aber iſt außer allem Zweifel, daß es ſich auch vererzet antreffen laſſe. Der Aedelforſer **Goldkies** in Schweden iſt ein durch Schwefelkies, und das **Nagyager Golderz** in Siebenbürgen ein durch Waſſerbley, Spießglas, röthliche Blende, Silberfahlerz, Schwefel, Eiſen und Arſenik vererztes Gold. Es giebt auch außerdem noch mehrere Golderze. Gediegen findet ſich das Gold in verſchiedenen Geſteinen, vorzüglich aber in Quarz und Kieſel, daher auch im Sande vieler Flüſſe, z. B. des Rheins, der Rhone, des Tago, aus welchem es, jedoch nur mit geringem Vortheil, gewaſchen wird. Es iſt insgemein mit andern Metallen, vorzüglich mit Silber, vermiſcht. (Man ſehe **Gmelins** Einl. in die Mineralogie, Nürnberg, 1780. 8. S. 376. u. f.).

Das Gold dient nicht allein gemünzt zur bequemen Darſtellung des Werths aller menſchlichen Bedürfniſſe; ſondern es wird auch ſeiner Schönheit und Unzerſtörlichkeit halber zu Geräthſchaften und Schmuck verarbeitet, und zu Vergoldungen gebraucht, welche den Arbeiten ein reicheres Anſehen geben, und ſie gegen die Zerſtörung durch Luft und Waſſer ſchützen. Man erhält daraus den ſchönen Mineralpurpur zur Schmelz- und Porcellanmalerey (ſ. **Levis** Hiſtorie des Goldes im Zuſammenhange der Künſte ꝛc. a. d. Engl. von **Ziegler**, Zürch 1764. gr. 8. I. B. S. 61 — 370). Der Gebrauch der Goldtinkturen in der Arzneykunſt beruht auf alchymiſtiſchen Träumereyen, und wahrſcheinlich iſt das Gold, eben wegen ſeiner Unzerſetzlichkeit, ohne alle mediciniſche Wirkungen.

Macquer chym. Wörterb. Art. Gold, mit Hrn. **Leonhardi** Anm.

Grade, Gradus, *Degrés*. Wenn man ein Ganzes in eine beſtimmte Anzahl gleicher Theile theilt, ſo heißt in vielen Fällen jeder ſolcher Theil ein **Grad**.

In der Meßkunſt wird der Umfang eines jeden Kreiſes

in 360 gleiche Theile oder **Grade** getheilt; man theilt den Grad weiter in 60 **Minuten**, die Minute in 60 **Secunden** u. ſ. f., und bezeichnet dieſe Theile mit ° ' ''; ſo daß die Bezeichnung 51° 19' 47'', 51 Grad 19 Minuten und 47 Secunden ausdrückt. Man bedient ſich der Kreisbogen zum Maaße der **Winkel**, und ſchreibt einem Winkel z. B. die Größe von 90 Graden oder 60 Gr. zu, wenn alle aus ſeiner Spitze beſchriebene Kreisbogen zwiſchen ſeinen Schenkeln, 90° oder 60° des ganzen Umkreiſes halten. Alle zur Winkelmeſſung beſtimmte Werkzeuge enthalten Kreisbogen, welche in Grade, und ſo weit möglich, in Theile von Graden getheilt ſind.

Eben ſo werden nun auch alle größte Kreiſe am Himmel und auf der Erde in Grade, Minuten, Secunden u. ſ. w. getheilt, und ihre Bogen, welche Maaße der Winkel am Auge oder am Mittelpunkte der Kugel ſind, werden in ſolchen Graden und deren Theilen angegeben. Man theilt den Horizont, den Mittagskreis und die übrigen Scheitelkreiſe, den Aequator, die Ekliptik, die Breitenkreiſe u. ſ. f. in Grade ein, wie man unter den Artikeln, die dieſen Worten zugehören, ausführlicher finden kan.

Ein **Grad des Mittagskreiſes** oder des Umfangs der Erdkugel würde alſo, wenn die Erde eine vollkommne Kugel wäre, den 360ſten Theil ihres Umfangs ausmachen. Und wäre z. B. der Bogen od (Taf. VIII. Fig. 2.) ein ſolcher Grad, ſo würde der Winkel ZCD, den die beyden Scheitellinien der Orte o und d, nemlich ZC und DC, mit einander machen, auch 1° betragen, weil er durch den Bogen od gemeſſen würde. Da aber die Erde abgeplattet iſt, wie Taf. VIII. Fig. 4., ſo findet dies nicht mehr ſtatt, und man nennt nun einen **Grad des Mittagskreiſes** denjenigen Theil des Umkreiſes, durch welchen man gehen muß, wenn ſich die Richtung der Scheitellinie um 1° verändern ſoll, z. B. Aa und Pp, wenn die Richtungen der Schwere, AE und aE, ingleichen PD und pD bey E und D Winkel von 1° machen. Dieſe Grade ſind um die Pole größer und um den Aequator kleiner, ſ. **Erdkugel**, unter dem Abſchnitte: Abgeplattete Geſtalt der Erde.

Grade der Länge ſind am Himmel Grade der Ekliptik, von dem Anfange derſelben, oder von dem Anfange eines Zeichens an bis an den Breitenkreis irgend eines Geſtirns gerechnet, ſ. **Länge der Geſtirne**; auf der Erde ſind es Grade des Aequators, von deſſen Anfange oder vom erſten Meridiane an bis an den Meridian irgend eines Orts gezählet, ſ. **Länge, geographiſche.**

Grade der Breite am Himmel ſind Grade eines Breitenkreiſes, von der Ekliptik an gezählt, bis an das Geſtirn, dem der Breitenkreis zugehört, ſ. **Breite der Geſtirne**; auf der Erde ſind es Grade des Mittagskreiſes, vom Aequator an bis an den Ort, dem der Mittagskreis zugehört, ſ. **Breite, geographiſche.**

Man pflegt auch Werkzeuge, die zu phyſikaliſchen Abmeſſungen dienen, z. B. Thermometer, Hygrometer, Aräometer u. dgl. mit Maaßſtäben oder Scalen zu verſehen, deren Theile **Grade** genannt werden. In dieſer Abſicht müſſen zuerſt auf einer ſolchen Scale zween **feſte Punkte** beſtimmt werden, bey welchen das Werkzeug zween jedermann verſtändliche und ſich immer gleich bleibende phyſiſche Effecte anzeigt, z. B. der Punkt der Siedhitze und der Gefrierpunkt am Thermometer, die Punkte der größten Feuchtigkeit und Trockenheit am Hygrometer u. ſ. w. Der Abſtand dieſer Punkte auf der Scale heißt der **Fundamentalraum** (intervallum fundamentale), und wird dann in eine gewiſſe Menge gleicher Theile oder **Grade** getheilt. Wegen der Bequemlichkeiten der Decimaltheilung wäre es gut, dem Fundamentalraume ſtets 100 Grade zu geben, wie **Celſius** beym Thermometer, und Mehrere beym Hygrometer gethan haben. Aus andern Abſichten aber weicht man hievon ab, ſo wie Fahrenheit beym Thermometer in 180, Reaumur in 80, de l'Isle in 150 Grade theilt, ſ. **Thermometer, Hygrometer.**

Man nennt alsdann den **Grad der Wärme**, oder der **Temperatur** diejenige fühlbare Wärme, bey welcher das Thermometer den genannten Grad zeigt: **Grad der Feuchtigkeit** diejenige Diſpoſition der Luft, Feuchtigkeit

mitzutheilen, bey welcher das Hygrometer den genannten Grad zeigt. Der Kürze wegen werden auch dieſe Grade bisweilen mit o bezeichnet, z. B. 32° nach Fahrenheit, obgleich dieſe Bezeichnung eigentlich nur den Theilen des Kreiſes zukömmt.

Gravitation, Schwerkraft, allgemeine Schwere, Gravitatio, Gravitas univerſalis, *Gravitation.* Das Phänomen der Körperwelt, da entfernte Körper ſich einander nähern, oder zu nähern ſtreben, ohne daß man eine äußere Urſache davon gewahr wird — die Attraction entfernter Körper, ſ. **Attraction.** So fällt ein freygelaſſener Körper lothrecht gegen die Erdfläche, das Waſſer der Erdkugel erhebt ſich gegen den Mond, der Mond ſelbſt iſt hinwiederum gegen die Erde ſchwer, und man findet bey der genauern Betrachtung des Laufs der Planeten, daß ſie alle gegen die Sonne und gegen einander ſelbſt **gravitiren** oder **ſchwer ſind.**

Man hat alſo Urſache genug, dieſes wechſelſeitige Beſtreben nach Annäherung für ein allgemeines Phänomen der Körperwelt zu erklären. Es giebt freylich ſehr viele Fälle, in welchen es ſich gar nicht zu zeigen ſcheint. Zween neben einander herabfallende Steine z. B. ſcheinen nicht die mindeſte Anziehung gegen einander zu äußern; ſie ſetzen ungeſtört ihren lothrechten Fall in parallelen Linien fort, ohne durch ihre Gravitation gegen einander ſelbſt näher zuſammenzukommen. Aber alle ſolche Fälle ſind bloße Ausnahmen von der Regel. Die Steine gravitiren nemlich gegen die ganze Maſſe der Erdkugel unendlich ſtärker, als gegen einander ſelbſt; daher iſt ihr Beſtreben in lothrechten Linien zu fallen unendlich größer, als ihr wechſelſeitiges Streben nach Annäherung, und das letztere kan in dem erſten nicht die mindeſte merkliche Aenderung bewirken.

Wenn man alles **Kraft** nennt, was Bewegung hervorzubringen ſtrebt, und wenn man insbeſondere denjenigen Beſtrebungen den Namen der **Schwere** giebt, welche ohne eine ſichtbare äußere Urſache einen Körper gegen einen andern entfernten treiben, ſo führt das erwähnte allgemeine

Phänomen die Namen der **Schwerkraft** und der **allgemeinen Schwere** ſehr ſchicklich. Dieſe Benennungen ſind zwar weit beſſer gewählt, als der auf irrige Nebenbegriffe führende Name der **Attraction.** Welchen Namen man aber auch wählen mag, ſo muß man nie vergeſſen, daß derſelbe blos das Phänomen bezeichnen, nicht die phyſiſche Urſache deſſelben angeben ſoll, welche uns noch bisher gänzlich unbekannt iſt. Es muß uns genug ſeyn zu wiſſen, und durch unzählbare Erfahrungen beſtätiget zu ſehen, daß alle im Weltraume vorhandene Materie gegen einander nach gewiſſen ſehr beſtimmten Geſetzen **ſchwer** iſt; wir müſſen aber nicht glauben, durch die Worte: **Attraction, Gravitation, Schwerkraft** ꝛc. die Urſache hievon, und den Mechaniſmus, wodurch die Schwere bewirkt wird, erklärt zu haben.

Der Begrif einer allgemeinen Schwere fand ſich ſchon in den Schulen der griechiſchen Weltweiſen. **Gregory** (Elem. aſtr. phyſ. et geometr. in praefat.) hat viele dies beweiſende Stellen der Alten geſammelt, wovon aber die meiſten vielmehr die Meynung von der Mehrheit der Welten betreffen. **Anaxagoras** ſchrieb den Himmelskörpern eine Schwere gegen die Erde zu, die er für den Mittelpunkt ihrer Bewegungen annahm, und beantwortete die Frage, warum ſie nicht herabfielen, damit, daß ihre Kreisbewegung es verhindere. Aus dem **Lucrez** ſieht man, daß die allgemeine Schwere ein Grundſatz des epikureiſchen Syſtems geweſen ſey. Dieſer Dichter zieht daraus (De rer. nat. I. v. 983 ſqq.) die kühne Folgerung, daß die Welt ohne Grenzen ſey; denn, ſagt er, wenn es eine Grenze derſelben gäbe, ſo würden die Körper daſelbſt gegen keine äußern weiter ſchwer ſeyn, alſo von ihrer Schwere gegen die innern herabgetrieben werden, und längſt in der Mitte des Ganzen zuſammengekommen ſeyn.

Praeterea ſpatium ſommaï totius omne
Undique ſi incluſum certis conſiſteret oris,
Finitumque foret, jam copia materiaï
Undique ponderibus ſolidis confluxet ad imum
Nec foret omnino coelum, neque lumina ſolis;

Quippe ubi materies omnis cumulata jaceret
Ex infinito jam tempore ſubſidendo.

Copernikus (De revolutionibus orb. coeleſt. L. I. cap. 9) erklärt die runde Geſtalt der Himmelskörper aus dem Beſtreben ihrer Theile nach Vereinigung. „Equi-„dem exiſtimo, ſagt er, gravitatem non aliud eſſe, quam „appetentiam quandam naturalem partibus inditam a di-„vina providentia opificis univerſorum, ut in unitatem „integritatemque ſuam ſeſe conferant in formam globi „coeuntes. Quam affectionem credibile eſt etiam Soli, „Lunae, caeterisque errantium fulgoribus ineſſe, ut ejus „efficacia in ea, qua ſe repraeſentant, rotunditate per-„maneant." **Kepler**, der alle ſeine Vorgänger an Scharfſinn übertraf, gieng noch viel weiter, und erſtreckte die Schwere auf den Mond, die Sonne und die Planeten unter einander ſelbſt. In der Vorrede ſeines berühmten Buchs über die Geſtalt der Planetenbahnen (Aſtronomia nova αἰτιολογητὸς tradita Commentariis de motibus ſtellae Martis. Prag. 1609. fol.) ſetzt er folgende Grundſätze der allgemeinen Schwere feſt: „Quod gravitas eſt affectio corporea mutua „inter cognata corpora ad unitionen ſeu conjunctionem. „Duo corpora non impedita coirent loco intermedio, „quodlibet accedens ad alterum tanto intervallo, quan-„ta eſt alterius moles in comparatione; adeoque ſi Lu-„na et Terra non retinerentur, quaelibet in ſuo circui-„tu, Terra aſcenderet ad Lunam quinquageſima quarta „parte intervalli; Luna deſcenderet ad Terram 53 cir-„citer partibus intervalli, ibique jungerentur. Quod „Luna prolectat aquas terreſtres; unde fit fluxus, ubi „ſunt latiſſimi alvei Oceani, aquisque ſpatioſa recipro-„candi libertas. Et ſi Terra ceſſaret attrahere ad ſe „aquas ſuas, aquae marinae elevarentur et in corpus „Lunae influerent." Er vergleicht ferner (ebend. cap. 34.) die Himmelskörper mit Magneten, und beruft ſich wegen der Erdkugel auf **Gilbert** (De magnete magneticisque corporibus et magno magnete tellure. Lond. 1600. 4.). „Per-„bellum equidem attigi exemplum magnetis, et omnino „rei conveniens, ac parum abeſt, quin res ipſa dici

„poſſit. Nam, quid ego de magnete, tamquam de „exemplo? Cum ipſa tellus, Guilielmo Gilberto, Anglo, „demonſtrante, magnus quidam ſit magnes.“ Bey ſo beſtimmten Aeußerungen über die allgemeine Schwere kan man ſich nicht genug verwundern, wie **Kepler** neun Jahre darauf in einem andern Buche (Epitome Aſtron. Copern. Lentiis ad Danub. 1618. 8.) eine ſo ſchlechte und hievon ganz abweichende phyſiſche Aſtronomie vortragen konnte, nach welcher die Sonne den Planeten nur alsdann anzieht, wenn er ihr die freundſchaftliche Seite (partem amicam) zukehrt, ſonſt aber abſtößt. Dieſer große Aſtronom und Geometer gab einer lebhaften Einbildungskraft allzuſehr nach, um ein guter Phyſiker zu ſeyn. Er würde ſonſt nicht über ſeinen archetypiſchen Verhältniſſen und harmoniſchen Proportionen die Entdeckung der wahren phyſiſchen Aſtronomie verfehlt haben, der er doch ſo nahe war, und von welcher ſeine vortreflichen Regeln die Grundlage ausmachen.

Die Leſung der Kepleriſchen Schriften war hinreichend, der Meynung von der allgemeinen und wechſelſeitigen Schwere mehrere Vertheidiger zu erwecken. **Fermat** gedenkt nicht nur in ſeinen Schriften der Erklärung der Schwere durch ein gegenſeitiges Anziehen, wobey ſich ein Körper dem andern ſo zu nähern ſucht, daß der größere den kürzeſten Weg macht, ſondern er fand auch nach dem Zeugniſſe des **P. Merſenne** (Harmon. univerſ. L. II. prop. 12.) den Satz, daß ein Theilchen zwiſchen der Oberfläche und dem Mittelpunkte der Kugel weniger gravitirt, weil es die äußern Theile rückwärts anziehen, woraus er ſchloß, daß die Schwere in dieſer Rückſicht, wie der Abſtand vom Mittelpunkte abnehme. **Roberval** gab unter dem Namen Ariſtarch von Samos ein Buch heraus (*Ariſt. Samii* de mundi ſyſtemate liber ſingularis, Paris. 1644. 4), worinn er allen Theilen der Materie die Schwere gegen einander als eine weſentliche Eigenſchaft beylegt, welche mache, daß ſie ſich zu runden Maſſen bilden.

Niemand aber hat vor Newton die Lehre von der Gravitation ſo allgemein überſehen, als D. **Hook** (An attempt to prove the motion of the Earth, London, 1674.

4.). „Ich will, ſagt er (p. 27.), ein Weltſyſtem erklä„ren, das von allen andern unterſchieden iſt, aber mit „den Sätzen der Mechanik vollkommen überein„ſtimmt. Es gründet ſich auf folgende drey Vorausſe„tzungen, 1) daß alle Himmelskörper, nicht allein gegen „ihren eignen Mittelpunkt, ſondern auch wechſelſeitig ge„gen einander ſelbſt, innerhalb ihrer Wirkungskreiſe, ſchwer „ſind, 2) daß alle Körper, die eine einfache und geradlinig„te Bewegung haben, dieſelbe in gerader Linie fortſetzen, „wenn nicht irgend eine Kraft ſie beſtändig ablenkt, und „zwingt, einen Kreis, eine Ellipſe oder eine andere zuſam„mengeſetztere Curve zu beſchreiben, 3) daß die Anziehung „deſto ſtärker wird, je näher der anziehende Körper iſt.“ Er ſetzt hinzu, das Geſetz, nach welchem dieſe Kraft zunehme, habe er noch nicht unterſucht, es könne aber deſſen Entdeckung der Sternkunde ſehr nützlich ſeyn. Dennoch konnte er daſſelbe nicht angeben, ob er gleich durch verſprochne Belohnungen dazu aufgefordert ward, und hat in der Folge ſich vergeblich bemüht, den Ruhm dieſer großen Erfindung mit **Newton** zu theilen, von deſſen erhabnen Demonſtrationen ſeine Muthmaßungen noch ſehr weit abſtehen.

Die Entdeckung des **Geſetzes der Gravitation** war **Newton** vorbehalten. **Gregory** (Praefat. Elem. Aſtron. phyſ. et geom.) behauptet zwar, es ſey dieſes Geſetz ſchon dem **Pythagoras** bekannt geweſen, der es aus den muſikaliſchen Intervallen geſchloſſen habe. Allein die angeführten hiſtoriſchen Zeugniſſe beweiſen nichts weiter, als daß Pythagoras die Verhältniſſe der Intervallen gekannt, und viel von einer Harmonie der Sphären geſprochen habe: man muß im Schließen über große Lücken ſpringen, wenn man hieraus eine Kenntniß des Geſetzes der Schwere folgern will. Die Geſchichte von Newtons Entdeckung wird von ſeinem Zeitgenoſſen **Pemberton** (A view of Sir Iſaac Newton's Philoſophy, London, 1728. 4. Preface) auf folgende Art erzählt. Die erſten Vorſtellungen von Newtons Syſtem entſtanden in ihm 1666, da er durch die Peſt genöthiget war, ſich von Cambridge wegzu-

begeben. Er gieng ganz allein in einem Garten ſpatzieren, und beſchäftigte ſich in Gedanken mit Betrachtung der Schwere. Dieſe Kraft, dachte er, nimmt nicht merklich ab, wenn man ſich auf die Gipfel der höchſten Berge begiebt; warum ſollte ſie ſich nicht noch weiter und bis zum Monde erſtrecken? Wenn aber dieſes wirklich iſt, ſo muß ſie auf die Bewegung des Monds einen Einfluß haben; vielleicht dient ſie, den Mond in ſeiner Bahn zu erhalten. Und wenn ſie gleich in geringen Entfernungen nicht merklich geſchwächt wird, ſo kan ſie doch wohl in der Weite des Monds gar ſehr verringert werden.

Um nun zu einer Beſtimmung des Geſetzes dieſer Verringerung zu gelangen, dachte er ferner, wenn die Schwere gegen die Erde den Mond in ſeiner Bahn erhielte, ſo würden auch die Planeten durch ihre Schwere gegen die Sonne, und die Jupitersmonden durch ihre Schwere gegen den Jupiter, in den ihrigen erhalten werden. Wenn man aber die Umlaufszeiten der Planeten um die Sonne mit ihren Entfernungen von derſelben vergleicht, ſo findet man, daß ſich die Schwungkräfte bey ihrer Bewegung, mithin auch die Centripetalkräfte, die jenen das Gleichgewicht halten, **im umgekehrten Verhältniſſe der Quadrate der Entfernungen** befinden. Eben ſo iſt es bey den Jupitersmonden. Er ſchloß hieraus, die Kraft, welche den Mond in ſeiner Bahn erhalte, werde die nach dieſem Verhältniſſe verminderte Schwere, und alſo (da der Mond 60mal weiter vom Mittelpunkte der Erde abſteht, als die Körper auf der Erdfläche) 3600mal geringer, als die Schwere an der Erdfläche ſeyn. Dem zu Folge müßte der Mond in einer Minute Zeit nur durch $\frac{1}{3600}$ des Raums fallen, welchen die fallenden Körper bey uns in einer Minute beſchreiben, und welcher $3600 \times 15\frac{1}{2}$ Fuß beträgt, ſ. **Fall der Körper**; d. i. der Mond müßte durch $15\frac{1}{2}$ Fuß fallen.

Dieſe Größe aber, um welche ſich der Mond in einer Minute der Erde nähern würde, wenn er der Schwere allein folgte, macht bey ſeiner Centralbewegung den Querſinus des Bogens aus, den er während einer Minute beſchreibt, und welcher 32'' 56''' der ganzen Bahn beträgt.

Newton berechnete nun den Queerſinus dieſes Bogens für einen Kreis von 60 Erdhalbmeſſern, nahm aber dabey, weil er keine Bücher zur Hand hatte, und ihm **Norwoods** genauere Erdmeſſung vom J. 1635 nicht bekannt war, nach der damaligen gemeinen Art den Grad des Mittagskreiſes 60 engliſche Meilen, alſo den Erdhalbmeſſer 3430 Meilen an, welches viel zu klein iſt, und daher den gedachten Queerſinus nur 13⅓ Fuß giebt. Viele Naturforſcher würden ſich darüber hinausgeſetzt, und ihr Gebäude immer weiter aufgeführt haben. Aber dieſer vortrefliche Philoſoph, der nicht Syſteme, ſondern Wahrheit ſuchte, warf ſeine ſo ſchön verbundnen Muthmaßungen ſogleich von ſich, als ſie ihm mit den Beobachtungen zu ſtreiten ſchienen.

Erſt nach zehn Jahren ward er durch einen Brief des D. **Hook** zu einer Unterſuchung veranlaſſet, bey welcher ihm ſeine ehemaligen Berechnungen über die Schwere des Monds wieder einfielen. Inzwiſchen war **Picards** Gradmeſſung in Frankreich bekannt geworden, nach welcher der Grad 57060 Toiſen, d. i. nicht 60, ſondern 69½ engliſche Meilen hielt. Dies gab den Halbmeſſer der Erde weit größer, und für den Queerſinus des Bogens von 32'' 56''' in einem Kreiſe von 60 Erdhalbmeſſern genau die 15½ Fuß, um welche der Mond in einer Minute Zeit ſich der Erde nähern mußte; zum Beweiſe, daß die Schwere gegen die Erde ſich bis zum Monde wirklich zeige, und im umgekehrten Verhältniſſe des Quadrats der Entfernung abnehme.

Newton unterſuchte nunmehr mit Hülfe der Geometrie, welche Curve ein geworfener Körper beſchreibe, wenn er ſtets nach einerley Punkte gezogen wird, und ſich dieſe Kraft verkehrt, wie das Quadrat des Abſtands von dieſem Punkte, verhält. Er fand anfänglich, daß bey jedem Geſetze der Kraft die vom Radius vector beſchriebenen Flächenräume den Zeiten proportional ſeyn müßten; und dann, daß bey dem angenommenen Geſetze die Curve ein Kegelſchnitt, und der Punkt, nach welchem die Kraft gerichtet iſt, ein Brennpunkt deſſelben ſey. Da nun dies nach den **Kepleriſchen Regeln** gerade der Fall beym Laufe der

Planeten iſt, ſo ſchloß er, daß auch die Planeten durch eine ähnliche Schwerkraft gegen die Sonne getrieben würden, und daß ſich dieſe umgekehrt, wie die Quadratzahl ihres Abſtandes, verhalte.

Einige Jahre darauf reiſete D. Halley nach Cambridge, um Newton zu beſuchen. Dieſer berühmte Gelehrte ſahe den Werth von Newtons Entdeckungen ſogleich ein, und lag ihm an, ſie in den Transactionen bekannt zu machen. Bald darauf aber gieng er noch weiter, und ermunterte ihn in Verbindung mit der königlichen Societät, alles noch mehr zu entwickeln, und ſeine ſchönen mechaniſchen Theorien mit der Erklärung der himmliſchen Bewegungen zu verbinden. Halley erbot ſich ſogar, die Ausgabe zu beſorgen. Dieſe Bitten, und, wenn man ſo ſagen darf, Zanöthigungen überwanden endlich Newtons allzugroße Beſcheidenheit, und beſchleunigten die Herausgabe ſeines unſterblichen Werks, welches im Jahre 1687 unter dem Titel: Philoſophiae naturalis principia mathematica, Lond. 4. erſchien. Newton ſoll den größten Theil des Inhalts in einer Zeit von 18 Monaten erfunden und in Ordnung gebracht haben. Dieſes vortrefliche Buch fand auf dem feſten Lande anfänglich nicht den verdienten Beyfall; man hatte noch kaum die ſinnloſen Erklärungen der Scholaſtiker verlaſſen, und ſich in dem Syſteme der carteſianiſchen Wirbel, das doch wenigſtens mechaniſch und verſtändlich war, feſtgeſetzt; es ſchien alſo hart, dieſes ſo bald wieder verlaſſen zu müſſen.

Die Idee der allgemeinen Schwere iſt nicht blos Hypotheſe; ſie iſt eine durch Analogie und Unterſuchung der Phänomene beſtätigte Thatſache. Die ungeſtörte und ohne Schwächung fortdaurende Bewegung der Planeten zeigt, daß der Himmelsraum keine merklich widerſtehende Materie enthalte, und **Newton** bewieß, daß ein Fluidum, wie Descartes Materie der Wirbel, die Bewegung der Himmelskörper in kurzer Zeit vernichten müßte. Dennoch werden die Räume des Himmels nach allen Richtungen von den Kometen frey durchſchnitten; und ſo fein und aufgelöſet man auch ein ſolches Fluidum annimmt, ſo bleibt

doch, wenn man ihm die nemliche Maſſe giebt, immer der nemliche Widerſtand, wie ſelbſt die eifrigſten Carteſianer einräumen müſſen, ſ. **Wirbel.**

Die Bewegung der Himmelskörper kan alſo nicht Wirkung einer circulirenden Materie, ſie muß Folge einer **mitgetheilten Bewegung** ſeyn. Nun aber weicht der einmal bewegte Körper nicht von der geradlinigten Richtung ab, wenn ihn nicht irgend eine Kraft davon entfernt. Daher müſſen die Planeten, welche in krummen Linien um die Sonne laufen, nothwendig alle Augenblicke durch eine Kraft von der geraden Linie abgelenkt werden. Auch muß dieſe Kraft nach der Sonne gerichtet ſeyn. Denn es iſt ein erwieſener Lehrſatz der Mechanik, daß, wenn ein Körper um irgend einen Punkt Flächenräume, die den Zeiten proportional ſind, beſchreibet, ſich die ablenkende Kraft nach dieſem Punkte richten müſſe. So iſt erwieſen, daß die Planeten durch die fortdaurende Wirkung eines anfänglichen Stoßes, verbunden mit einer ſtets wirkenden Kraft nach der Sonne, getrieben werden. Eben ſo iſt es mit den Nebenplaneten, und am Ende mit allen Theilen der Himmelskörper beſchaffen, welche alle mit einer der Maſſe proportionalen Kraft ſich zu vereinigen ſtreben. Dieſe Kraft iſt die **allgemeine Schwere**, von deren Daſeyn uns alſo unläugbare Erfahrungen überzeugen.

Herr **de la Lande** (Aſtron. Handbuch, §. 999.) giebt folgende Phänomene an, von welchen jedes einzeln betrachtet, ſchon hinreichend ſeyn würde, das Daſeyn der Gravitation zu beweiſen, 1. die Ebbe und Fluth, ſ. **Ebbe**; 2. die Ungleichheiten der Mondslaufs, welche ſichtbarlich von der Gravitation gegen die Sonne herrühren, ſ. **Mond**; 3. die Bewegung det Planeten um die Sonne, ſ. **Centralbewegung**; 4. die elliptiſche Geſtalt aller um die Sonne gehenden Bahnen, ſ. **Kometen**; 5. das Vorrücken der Nachtgleichen; 6. das Wanken der Erdaxe, von welchen Erſcheinungen unter eignen Artikeln gehandelt wird; 7. die Perturbationen, welche die Planeten in ihrem Laufe durch ihre wechſelſeitige Einwirkung leiden, ſ. **Planeten**; 8. die Ungleichheiten des Laufs der Kometen, ſ.

Kometen; 9. die abgeplattete Geſtalt der Erde und des Jupiters, ſ. **Erdkugel**; 10. die anziehende Kraft der Berge gegen das Pendel, wovon noch in dieſem Artikel zu reden iſt; 11. eine kleine Aenderung der Breite der Fixſterne wegen der Gravitation der Erde gegen den Jupiter (die jedoch blos auf einer Muthmaßung von **Euler** beruht); 12. das Abnehmen der Schiefe der Ekliptik, ſ. **Schiefe der Ekliptik**; 13. die Bewegung der Apſidenlinien aller Planeten; 14. die Bewegung aller Knotenlinien; 15. die Ungleichheiten des Laufs der Jupitersmonden. Von dieſen funfzehn Erſcheinungen können die meiſten in dem Syſtem der Wirbel und des vollen Raumes gar nicht erklärt werden, dagegen ſie aus dem Geſetze der Gravitation als nothwendige Folgen abfließen.

Das in der Natur wirklich ſtatt findende Geſetz der Gravitation iſt folgendes: **Die Gravitation des Körpers A gegen B verhält ſich direct, wie die Maſſe von B, und umgekehrt, wie das Quadrat der Entfernung beyder Körper A und B** (eſt in ratione compoſita ex directa maſſarum et ſubduplicata diſtantiarum). Hat z. B. A 6mal mehr Maſſe, als B, und iſt vom Körper C doppelt ſo weit entfernt, als B, ſo wird C $\frac{6}{4}$ oder $1\frac{1}{2}$mal ſtärker gegen A gravitiren.

Newton iſt nie ſo weit gegangen, daß er die Schwere nebſt dieſem ihrem Geſetze als eine **weſentliche Eigenſchaft** der Materie angeſehen hätte. Er verbittet dies vielmehr (Princip. L. I. Sect. II.), und macht in ſeinen der Optik beygefügten Fragen (Quaeſt. 21. 22.) ſogar einen Verſuch, die Schwere aus den Stößen des Aethers herzuleiten, ſ. **Aether**. Man hat ihn daher mit Unrecht beſchuldiget, daß er durch die Attraction eine von den verborgnen Qualitäten der Scholaſtiker wieder einführe. Dieſe waren zu tadeln, wenn ſie zu Erklärung eines jeden beſondern Phänomens eine neue Eigenſchaft erſannen; Newton aber verdient vielmehr Beyfall, wenn er ſo viele beſondere Phänomene aus einem einzigen allgemeinen ableitet. Seine Schüler giengen freylich weiter, als er, wie ich ſchon bey dem Worte: **Attraction** bemerkt habe; auch kan dies

nicht ganz ohne ſein Vorwiſſen geſchehen ſeyn, da er im Jahre 1713, als **Cotes** ſeine Principien herausgab, noch am Leben war; dagegen ſind aber auch viele ſeiner Nachfolger, z. B. **Maclaurin**, den ältern Vorſtellungen getreu geblieben.

Man ſetzt ſich ſehr ſtarken Einwürfen aus, wenn man die allgemeine Schwere als eine mit der Materie weſentlich verbundne Eigenſchaft (*qualité inhérente*) behaupten will. Fürs erſte wird dadurch alle weitere Unterſuchung abgebrochen, und es bleibt nichts mehr zu ſagen übrig, als daß Gott der Materie einmal dieſe Eigenſchaft beygelegt und dieſe Geſetze vorgeſchrieben habe. Dies iſt nun keine Erklärung mehr; dennoch iſt das Phänomen der wechſelſeitigen Näherung, nach dem verkehrten Verhältniß des Quadrats der Entfernung, noch nicht **einfach** genug, und führt noch zu viel beſondere Beſtimmung bey ſich, als daß man alle Bemühung, es zu erklären, aufgeben ſollte. Man iſt ja immer noch begierig zu wiſſen, warum ſich die Gravitation nicht nach dem Abſtande ſelbſt, oder nach deſſen Würfel, ſondern gerade nach dem **Quadrate**, richte. Darauf antworten: es ſey des Schöpfers Wille ſo geweſen, heißt eigentlich ſagen: man wiſſe die Urſache nicht, glaube ſie aber zu wiſſen. Herr **Lichtenberg** bemerkt hiebey ſehr ſchicklich, was man nicht wiſſe, könne man noch lernen; was man nicht wiſſe, aber zu wiſſen glaube, lerne man entweder nie, oder doch nicht ohne unangenehme Demüthigung.

Ferner ſieht man ſchwerlich ein, wie zween von einander entfernte Körper ohne ein Zwiſchenmittel auf einander wirken ſollen. „Wer kan begreifen, ſagt Herr **de Lüc** (Briefe über die Geſchichte der Erde ꝛc. I. Theil. Num. XI.) „daß ein Körper da wirken ſoll, **wo er nicht iſt**? Zwey „Theilchen der Materie ſind entfernt von einander und ohne „alle **materielle** Verbindung, und doch ſoll ſich eins um „des andern willen bewegen! Und ohne daß beyden etwas „wiederfährt, ſoll ſich das eine viermal geſchwinder bewe„gen, wenn es dem andern doppelt ſo nahe gekommen iſt! „Welche Zauberkraft mag ihnen dieſe Beſtimmung geben?

„Um der geringen Entfernung willen (welche Nichts iſt, „wenn man kein Zwiſchenmittel annimmt) ſoll die Be„ſtrebung genau nach einem gewiſſen Verhältniſſe zuneh„men? Dies iſt mehr als unverſtändlich. — Theile des „Monds und der Erde ſollen ohne Mittel blos durch den „Zauber des Worts: **Schwere, weſentliche Eigen„ſchaft aller Materie**, in einander wirken. Selbſt, „wenn die Materie Verſtand hätte und durch Bewegungs„gründe beſtimmt würde, müßte man doch noch Boten an„nehmen, durch die ſie von der Gegenwart anderer Körper, „von ihrer Maſſe, Lage und Entfernung benachrichtiget „würde, ehe ſie ſich nach ihnen hin bewegen könnte.“

Endlich macht man, wenn man den einzigen Grund in dem Willen des Schöpfers ſucht, die ganze Schöpfung zu einer beſtändigen Reihe von Wunderwerken. Es iſt zwar gefährlich, über das zu ſtreiten, was Gott thun kan, und wirklich thut; allein die Anziehung für eine unmittelbare Folge des göttlichen Willens halten und keinen weitern Grund derſelben in der Natur der Körper ſuchen, das iſt doch eben ſo viel, als ſagen, daß Gott ſelbſt den Stein führe, der auf die Erde fällt.

Herr von **Maupertuis** (Sur les differentes figures des aſtres, in deſſen Oeuvres, à Lyon, 1768. gr. 8. To. I. p. 96. ſq.) ſucht zwar die Möglichkeit des Satzes, daß die Gravitation eine weſentliche Eigenſchaft der Körper ſey, zu vertheidigen. Diejenigen, ſagt er, welche die Attraction für ein metaphyſiſches Ungeheuer anſehen, gleichen dem Pöbel, der alles für unmöglich hält, wovon er noch keinen Begriff gehabt hat, und dabey Dinge überſieht, die ihm eben ſo unbegreiflich ſcheinen würden, wenn er ſie nicht täglich vor Augen hätte. — Kennen wir denn etwa die Natur des Stoßes, und der Mittheilung der Bewegungen beſſer? Müſſen wir nicht dabey eben ſowohl geſtehen, daß es Gott iſt, der nach den zur Erhaltung der Welt geordneten Geſetzen, den geſtoßnen Körper in Bewegung kommen und den ſtoßenden ſeine Bewegung ändern läßt? Warum ſollen wir denn nicht auch ſagen, es ſey Gott, der nach den geordneten Geſetzen dieſes Beſtreben nach Annäherung ſtatt

finden und daraus Bewegung entſtehen läßt? So liegt in dem Satze, daß die Anziehung weſentlich ſey, keine metaphyſiſche Unmöglichkeit. Es wäre lächerlich, den Körpern andere Eigenſchaften beyzulegen, als die die Erfahrung lehret; aber es iſt vielleicht noch lächerlicher, aus der geringen Anzahl von Eigenſchaften, die wir noch kaum an ihnen kennen, dogmatiſch über die Unmöglichkeit jeder andern Eigenſchaft zu entſcheiden; gerade als ob wir den Maaßſtab für die Fähigkeiten der Gegenſtände hätten, von denen uns doch weiter nichts bekannt iſt, als eine geringe Anzahl Eigenſchaften.

Allein dieſe Vertheidigung ſcheint mir doch die Einwürfe bey weitem nicht zu heben. Man muß zuletzt allemal auf eine Urſache außer der Welt, d. i. auf den Schöpfer kommen; nur darf dies nicht eher geſchehen, als bis die Phänomene ganz einfach, und von zufälligen Beſtimmungen frey ſind, und bis die Geſetze ſich aus den bekannten Eigenſchaften der Körper als Folgen herleiten laſſen. Dies iſt der Fall beym Stoße; aber er ſcheint es noch nicht bey der Gravitation zu ſeyn.

Da inzwiſchen dieſe Einwürfe Newtons Theorie ſelbſt gar nicht treffen, ſo wie viele andere, welche der **P. Gerdil** (Diſſ. ſur l'incompatibilité de l'attraction et de ſes differentes loix avec les phénomenes) mit vieler Stärke und Beſcheidenheit vorgetragen hat, ſo will ich noch einen andern beyfügen, den **Johann Bernoulli** (Nouvelle phyſique céleſte, §. 42. in Opp. Lauſannae et Genevae, 1742. 4. To. III. p. 299.) wider das Geſetz der Gravitation ſelbſt gerichtet hat. Es iſt folgender. „Die Dichte „oder Menge der Stralen, welche von dem anziehenden „Körper ausgehen, und ein Elementartheilchen der Mate„rie ergreifen, muß nach der Maſſe deſſelben, nicht nach „der Oberfläche, geſchätzt werden; hieraus folgt, daß die „anziehende Kraft abnehmen müſſe wie der Würfel, nicht „aber, wie das Quadrat der Entfernung zunimmt, wor„aus ſich leicht folgern läßt, daß die ganzen Maſſen der „Planeten nach eben dieſem Geſetze gegen die Sonne gra„vitiren müſſen.“ Dieſer Einwurf aber ſetzt voraus, daß

die Gravitation Wirkung eines Ausfluſſes ſey, der ſich in Form von Stralen um einen Mittelpunkt verbreitet, welche Vorausſetzung **Newtons** Vertheidiger gar nicht zuzugeben genöthiget ſind. Es haben zwar einige Newtonianer das Geſetz der Gravitation mit dem Geſetze der Abnahme des Lichts verglichen, welches wirklich durch Stralen aus einem Mittelpunkte gebildet wird; allein dieſe Vergleichung iſt kein weſentlicher Theil des Syſtems, und ſehr wenig paſſend, da das Licht nur die Oberfläche erleuchtet, die Gravitation aber die ganze Maſſe betrift. Wer überhaupt die Urſache des Phänomens unentſchieden läßt, darf auch nicht zugeben, daß es durch Stralen aus dem anziehenden Körper bewirkt werde, alsdann aber fällt die ganze Stärke des Einwurfs hinweg.

Ich komme nunmehr auf die newtoniſche Theorie ſelbſt. Sind alle Theile der Materie gegen einander ſchwer, ſo muß jeder Körper gegen alle Theile eines andern gravitiren, und alſo auf dieſen andern zu mit einer Kraft und Richtung gehen, welche aus den Kräften und Richtungen gegen alle Theile deſſelben zuſammengeſetzt iſt. **Newton** beweiſet (prop. 71 et 77.), daß dieſe Richtung in zween Fällen gegen den Schwerpunkt der ganzen Maſſe des andern Körpers gehe, 1. wenn ſich die Schwere, wie der Abſtand, verhält, 2. wenn ſie ſich verkehrt, wie das Quadrat des Abſtands verhält, der Körper aber kugelförmig iſt, und in gleichen Abſtänden vom Mittelpunkte gleiche Dichtigkeit hat. In dieſen zween Fällen kan man die ganze Maſſe im Schwerpunkte verſammlet annehmen, und im letztern Falle die Gravitation durch $\frac{M}{D^2}$ ausdrücken, wenn M die Maſſe des anziehenden Körpers, D des angezognen Abſtand von jenes Schwerpunkte iſt.

Befindet ſich aber der angezogene Körper innerhalb der anziehenden Kugel, wie ein Stein im Innern der Erde, ſo wird er (prop. 73.) im Verhältniſſe ſeines Abſtandes vom Mittelpunkte angezogen, und die Schwere nimmt in eben dem Verhältniſſe ab, in welchem er dem Mittelpunkt

te näher kömmt. Im Innern einer **hohlen** Sphäre heben ſich die Anziehungen von allen Seiten auf (prop. 70.).

Zwo Kugeln gravitiren in den vorerwähnten beyden Fällen ſo gegen einander, als ob ihre ganzen Maſſen in ihren Schwerpunkten wären (pr. 75.). Bey allen andern Geſetzen der Gravitation würden die ganzen Kugeln nicht einerley Geſetz mit den einzelnen Theilen befolgen; denn dies iſt ein beſonderer Vorzug der gedachten beyden Fälle, in welchem auch **Maupertuis** (Mém. de Paris 1737.) die Urſache finden will, warum der Schöpfer das Geſetz des umgekehrten Verhältniſſes der Quadrate gewählt habe.

Aus dieſem Geſetze laſſen ſich nun, wenn man blos die Gravitation gegen die Sonne betrachtet, die elliptiſchen Bewegungen der Planeten ſo ableiten, wie bey dem Worte: **Centralbewegung** (Th. I. S. 474. u. f.) gezeigt worden iſt. Da aber die Schwere wechſelſeitig iſt, ſo gravitirt auch die Sonne gegen die Planeten (Newt. L. I. Sect. XI.) und iſt daher nicht ganz unbeweglich. Liefe nur ein Planet um ſie, ſo würden beyde um ihren gemeinſchaftlichen Schwerpunkt ähnliche Ellipſen beſchreiben. Kömmt noch ein dritter hinzu, ſo wird die Auflöſung verwickelter, und macht einen Fall der berühmten **Aufgabe von drey Körpern** aus. So läßt ſich überſehen, daß in unſerm Sonnenſyſtem die Planeten nicht um den Mittelpunkt der Sonne, ſondern um den gemeinſchaftlichen Schwerpunkt aller dazu gehörigen Körper laufen, welches der einzige unbewegliche Punkt des Syſtems iſt. Die Sonne ſelbſt bewegt ſich um denſelben, aber ihre überwiegend große Maſſe macht, daß dieſer Schwerpunkt ihrem Mittelpunkte ſehr nahe liegt, daher ihre Bewegung unmerklich wird. Inzwiſchen ändert ſich dadurch das Geſetz des gleichen Verhältniſſes der Flächenräume und der Zeiten ein wenig, und es kömmt daher die Bewegung der Apſiden und der Knotenlinien (Newton L. III. prop. 14. Schol.).

Bey dem Laufe der Monden um ihre Hauptplaneten bewirkt ebenfalls die Schwere gegen die Sonne große Abweichungen. Dieſe machen den zweyten Fall der Aufgabe von drey Körpern aus. Es iſt z. B. nicht die Erde ſelbſt,

ſondern ihr und des Monds gemeinſchaftlicher Schwerpunkt, der in einer elliptiſchen Bahn um die Sonne läuft, indeß ſowohl der Mond, als auch die Erde monatliche Umläufe um dieſen Schwerpunkt machen. Hierauf muß bey der Beſtimmung des wahren Orts der Erde in den aſtronomiſchen Rechnungen Rückſicht genommen werden, denn da dieſer Schwerpunkt $1\frac{1}{2}$ Erdhalbmeſſer vom Mittelpunkte der Erde abſteht, ſo kan in den Quadraturen des Monds die Erde um ſo viel voraus, oder zurückgeblieben ſeyn, und der Ort der Sonne ſich um $1\frac{1}{2}$ Sonnenparallaxen, d. i. $12'$ ändern.

Eine der ſinnreichſten Anwendungen der newtoniſchen Theorie iſt die Beſtimmung der **Maſſen** der Himmelskörper (L. III. prop. 8.). Man kan ſich bey Kugeln und bey dem wirklich ſtattfindenden Geſetze der Anziehung die ganze Maſſe im Mittelpunkte verſammelt gedenken, und alſo aus der Stärke der Gravitation auf die Maſſe des anziehenden Körpers ſchließen. Die Stärke der Gravitation aber verhält ſich, wie der Raum, durch welchen der ſchwere Körper in einer beſtimmten Entfernung, die wir = b ſetzen wollen, in der erſten Secunde herabfällt. Nun iſt nach dem, was beym Worte **Centralbewegung** (Th. I. S. 474—480.) erwieſen iſt, wenn T die Umlaufszeit, A die große Axe der Bahn, a die Entfernung am Ende der großen Axe, e den Raum des Falls in 1 Secunde in der Entfernung a bedeutet (nach S. 480. Num. V.)

$$T = \frac{\pi A \sqrt{A}}{2a\sqrt{e}};\ \text{mithin}\ e = \frac{\pi^2 A^3}{4a^2T^2}$$

Mithin iſt der Fallraum in 1 Sec. für die Entfernung b (weil ſich dieſe Räume umgekehrt wie die Quadrate der Entfernungen, oder wie $b^2 : a^2$ verhalten müſſen) $= \frac{ea^2}{b^2} = \frac{\pi^2 A^3}{4b^2T^2}$.

Da nun π und b beſtimmte unveränderliche Größen ſind, ſo wird ſich dieſer Fallraum, mithin auch die Gravi-

tation und die **Maſſe** des anziehenden Körpers wie $\frac{A^3}{T^2}$ verhalten, d. h. **die Maſſen verhalten ſich, wie die Cubikzahlen der Axen von den Bahnen, dividirt durch die Quadratzahlen der Umlaufszeiten.**

Nun läuft die Erde um die Sonne, der Mond um die Erde; jene Bahn hat ungefähr eine 400mal größere Axe und eine etwa 13mal größere Umlaufszeit als dieſe; daher muß die Sonne $\frac{400^3}{13^2}$ mal d. i. ohngefähr 378000mal mehr Maſſe, als die Erde haben. **Newton** giebt aus andern Datis die Zahl 169282; **de la Lande** nach genauern Beſtimmungen 365412 an. Eben ſo beſtimmt **Newton** aus den Axen und Umlaufszeiten der Jupiters- und Saturnsmonden die Maſſen der beyden Hauptplaneten auf $\frac{1}{1067}$ und $\frac{1}{3021}$ von der Maſſe der Sonne.

Die Maſſen, durch die Volumina oder körperlichen Räume dividirt, geben die Verhältniſſe der Dichtigkeiten, ſ. **Dichte.** So findet er die Dichten für Sonne, Jupiter, Saturn und Erde wie 100, 94½, 67 und 400. Er ſucht endlich die Schweren auf den Oberflächen derſelben, welche ſich, wie die Gravitationen oder Maſſen, dividirt durch die Quadrate der Halbmeſſer, verhalten, und findet dieſe, wie 10000, 943, 529 u. 435, daß alſo ein Körper auf der Oberfläche der Sonne 23mal ſchwerer ſeyn und in der erſten Secunde 23mal weiter fallen würde, als auf der Erdfläche. Statt der Zahlen, welche hier blos zu Beyſpielen dienen, werden bey dem Artikel: **Weltſyſtem** genauere angegeben. Was die übrigen Planeten betrifft, ſo mangelt uns, da ſie keine Monden haben, ein Glied der Kette; Newton aber vermuthet, daß ſie nach dem Verhältniſſe ihrer Erwärmung deſto dichter ſind, je näher ſie der Sonne kommen, und ſetzt alſo z. B. den Merkur 7mal ſo dicht, als die Erde. Die Schwere nach dem Monde beſtimmt er aus den Phänomenen der Ebbe und Fluth, und findet die Maſſe

des Monds 40mal kleiner als die Maſſe der Erde, ſeine Dichte hingegen zu der Dichte der Erde, wie 11:9.

Von dieſen Theorien hängen nun alle die Erſcheinungen ab, welche ich oben aus de la Lande als Beweiſe für das Syſtem der Gravitation angeführt habe. Jede derſelben macht einen beſondern Zweig von Anwendungen aus, an welchen dieſes Syſtem ſo fruchtbar iſt, und welche die neuern Geometer und Aſtronomen ſo vollſtändig ausgeführt und ſo übereinſtimmend mit den Beobachtungen gefunden haben, daß das Syſtem der allgemeinen Schwere nichts mehr von dem Wechſel der Zeiten und Meynungen zu fürchten hat.

Auch iſt dieſes Syſtem in neuern Zeiten nicht weiter mit erheblichen Gründen beſtritten worden; denn diejenigen, welche dagegen ſchreiben, ohne es zu kennen, verdienen hier keine Erwähnung. Im Monat Junius des Jahrs 1769 erſchien im Journal de beaux arts et de ſciences, welches damals der Abt **Aubert** ſammelte, ein Brief aus Faucigny, worinn ein gewiſſer **Coultaud**, der ſich *ancien Profeſſeur de Phyſique à Turin* unterzeichnet hatte, die Verſicherung gab, durch wiederholte Verſuche in den daſigen Gebirgen die Schwere in der Höhe größer, als am Fuße der Berge gefunden zu haben, weil das Pendel in einer Höhe von 1085 Toiſen dem am tiefern Standorte binnen 2 Monaten um 27 Min. 20 Sec. vorgeeilt ſey. Er berechnete aus dieſem Verſuche, den er das Grab der Attraction und ihrer Geſetze nennt, daß die Schwere im Verhältniſſe der Entfernung von der Erde zunehmen müſſe, worauf der P. **Bertier** ein eignes, der newtoniſchen Theorie entgegengeſetztes, Syſtem baute. Es folgte im December 1771 ein zweyter Brief eines gewiſſen **Mercier** in Sitten an Herrn **Gesner** in Zürich, der eben dies durch neue Verſuche beſtätigte. Die Sache erregte einiges Aufſehen, und **d'Alembert** bewieß ſchon, daß es in den Gebirgen Stellen geben könne, wo ſelbſt nach Newtons Geſetzen das Pendel in der Höhe ſchneller, als unten, ſchwingen müſſe. Endlich fand ſich bey genauerer Nachfrage, daß das ganze Vorgeben ein Gewebe von Lügen ſey, daß die erzählten

Verſuche nie angeſtellt worden, und ſich weder ein Profeſſor Coultaud in Turin, noch ein Mercier in Sitten befinde. **De Lúc** (Briefe über die Geſchichte der Erde ꝛc. I Th. 45. Brief), der ſelbſt dieſen Betrug entdecken half, erzählt die Geſchichte deſſelben ſehr umſtändlich.

Die neuſte Beſtätigung hat das Syſtem der Gravitation durch **Maſkelyne's** Beobachtungen und Meſſungen am Berge **Shehallien** in Schottland erhalten. Die Schwere gegen die Erde iſt zwar ſo groß, daß ſie die beſondern Gravitationen der Erdkörper gegen einander ſelbſt unmerklich macht, wie der Sturmwind einen leichten Hauch, um mit **Maupertuis** zu reden. Dennoch können dieſe beſondern Gravitationen merklich werden, wenn ſie gegen Körper gerichtet ſind, deren Maſſen ein merkliches Verhältniß gegen die ganze Maſſe der Erde haben. So fanden ſchon **Bouguer** und **de la Condamine**, daß der Berg **Chimboraco** in Quito das am Quadranten hangende Bleyloth gegen ſich von der lothrechten Linie abzog. Sie beſtimmten durch mehrere auf der Nord- und Südſeite des Berges gemeſſene Höhen der Sterne die Abweichung des Bleyloths auf 7'' bis 8''. Dieſe Beobachtungen errgten den Wunſch, die Anziehungen mehrerer Berge zu meſſen, um dadurch auf die mittlere Dichte der Erdkugel ſchließen zu können. Der königliche Aſtronom zu Greenwich, **Nevil Maſkelyne** legte der Societät zu London einen Plan dazu vor, den er auch im Sommer 1774 ausführte (Philoſ. Trans. Vol. LXV. for 1775. no. 48. 49.). Der Berg Shehallien in Pertſhire ſchien dazu vorzüglich geſchickt, weil er hoch iſt, einzeln ſteht, ſich weit von Oſten nach Weſten ſtreckt, dagegen aber von Norden nach Süden ſteil iſt, und eine ſchmale Grundfläche hat. Es kam darauf an, ſüdlich und nördlich vom Berge die Abſtände einiger Fixſterne vom Scheitel zu meſſen. Denn um wieviel bey der ſüdlichen Beobachtung der Berg das Bleyloth von der Scheitellinie abgezogen hatte, um ſoviel mußte der ſüdliche Abſtand eines Sterns vom Zenith zu klein gefunden werden, und umgekehrt. Hiemit waren geometriſche Meſſungen zu verbinden, um den wahren Unterſchied der geographiſchen Brei-

ten beyder Beobachtungsorte, unabhängig von der Einwirkung des Berges, zu finden. Endlich mußte noch, wegen der Schlüſſe auf die Dichte der Erde, die Geſtalt und Größe des Berges ſelbſt beſtimmt werden. **Maſkelyne** ſtellte auf der Südſeite des Berges 169, auf der Nordſeite 168 Beobachtungen an 43 Sternen an, von welchen 40 mit einander verglichen, für den Unterſchied der Scheitelpunkte beyder Orte 54,6 Sec. gaben. Nach den geometriſchen Meſſungen fand nur ein Unterſchied der Breiten von 42,94 Sec. ſtatt, daß alſo die beyden entgegengeſetzten Anziehungen des Berges dieſen Unterſchied um 11, 66 Sec. zu groß machten. Die Abmeſſungen ſind noch bis 1776 fortgeſetzt und berichtiget worden. **Hutton** (Philoſ. Trans. Vol. LXVIII. for 1778. no. 33.) theilt die dazu gehörigen Zeichnungen mit, und berechnet, daß ſich die Anziehung der Erde zur Anziehung des Berges gegen das Bleyloth, wie 9 zu 5, verhalte. Da nun der Berg aus einem gleichförmigen Granit beſteht, deſſen Dichte $2\frac{1}{2}$mal größer iſt, als die Dichte des Waſſers, ſo folgt hieraus die mittlere Dichte der Erdkugel $4\frac{1}{2}$mal größer, als die Dichte des Waſſers. Hiedurch werden alle Syſteme widerlegt, welche aus der Erde eine hohle Kugel machen, und **Hutton** vermuthet, daß auf $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ von ihr aus Metallen beſtehe.

Ich will dieſem Artikel noch eine Anzeige einiger Schriften über die newtoniſche Gravitation beyfügen. **Newtons** Principia ſelbſt traten zuerſt im Jahre 1687. zu London auf Befehl der königlichen Societät ans Licht, und wurden von **Roger Cotes** (Cantabr. 1713. 4.) und von **Heinrich Pemberton** (Lond. 1726. 4.) aufs neue herausgegeben. Man hat auch noch ſpätere Ausgaben (Amſt. 1733. 4., Lond. 1746. 4.). Da aber dieſes ſchwere Werk von Wenigen ohne Commentar geleſen werden kan, ſo ſind die Ausgaben des **Jacquier** und **le Sueur** (Philoſ. nat. princ. math. perpetuis commentariis illuſtrata ſtudio PP. *Thomae le Sueur* et *Franc. Iacquier*. Genevae, 1739. III To. 4. und noch vermehrter 1750. 4.) und **Teſſanek** (Phil. nat. etc. commentationibus illuſtrata potiſſimum

Io. Teſſánek, et quibusdam in locis veterioribus *Th. le Sueur* et *Fr. Iacquier* aliter propoſitis. To. I. Pragae, 1780. 4.) zu empfehlen. **Maclaurin** (An account of Sir *Iſaac Newton's* philoſophical diſcoveries, Lond. 1748.) und **Pemberton** (A view of Sir *Iſ. Newt.* philoſophy, Lond. 1728. 4.) haben dieſe Erfindungen kürzer vorgetragen; der Erſtere zeichnet ſich durch die tiefe Gründlichkeit, der Zweyte durch Leichtigkeit der Darſtellung aus. Auch **Voltaire** (Elémens de la philoſophie de Neuton, mis à la portée de tout le monde, à Amſt. 1738. 8. Lauſanne, 1773. 8.) trägt die newtoniſchen Lehren, wenigſtens in einer ſchönen Schreibart, vor, aber Herr **Käſtner** (Vorrede zu v. Rohrs phyſik. Bibliothek, S. 17.) urtheilt, die poetiſche Zueignungsſchrift an die Marquiſe von **Chatelet** ſey das Beſte an dieſem Werke. Den ganzen Umfang alles deſſen, was von der Gravitation und ihren Geſetzen bis 1767 abgeleitet worden iſt, hat der **P. Friſi** (*Paulli Friſii*, Barnabitae, de gravitate univerſali corporum libri tres, Mediolani, 1768. 4maj.) ſehr vollſtändig und gründlich abgehandelt. Auch gehören hieher die Lehrbücher der Sternkunde, vorzüglich **Keill**, **Gregory**, **de la Lande** ꝛc. deren phyſiſcher Theil ſich gänzlich auf das Geſetz der Gravitation gründet.

Montucla Hiſtoire des mathematiques. Vol. II. P. IV. L. VIII. no. 11.

Newton Princ. philoſ. nat. L. I. Sect. XI. L. III. Prop. 8.

Gregorianiſches Teleſkop, ſ. **Spiegelteleſkop**.

Grotten, ſ. **Höhlen**.

Größe, ſcheinbare, Magnitudo apparens, *Grandeur apparente*. Ich habe ſchon bey dem Artikel: **Entfernung, ſcheinbare** bemerkt, daß aus dem unbeſtimmten Gebrauche des Worts: ſcheinbare Größe, viele Mißverſtändniſſe entſpringen. Es iſt aber die **ſcheinbare Größe** eines Gegenſtandes nichts anders, als die ſcheinbare **Entfernung** ſeiner äußerſten Grenzen von einander; ich werde mich alſo auf dasjenige beziehen können, was unter dem Artikel: **Entfernung** (Th. I. S. 838 u. f.) zu

Aufklärung der hiebey vorkommenden Mißverſtändniſſe geſagt worden iſt. Ich will nur noch bemerken, daß hiebey von körperlicher Größe die Rede nie ſeyn kan, weil wir von allen Dingen nur die **Oberfläche** ſehen und ſelbſt dieſe nur nach Länge und Breite, d. i. nach **Linien** meſſen, daher es eine leere Prahlerey iſt, wenn Künſtler von ihren Mikroſkopen u. dgl. ſagen, daß ſie dem körperlichen Raume nach 1000000mal vergrößern. Es war genug, zu ſagen, daß die Vergrößerung dem Durchmeſſer nach 100fach ſey.

Scheinbare Größe einer **Linie** iſt ſcheinbare Entfernung ihrer Endpunkte, oder (nach Th. I. S. 838) der Winkel, welchen die aus beyden Enden kommenden Lichtſtralen am Auge mit einander bilden. So iſt die ſcheinbare Größe der Linie ST (Taf. VII. Fig. 129.) der optiſche Winkel SOT, unter welchem der wahre Abſtand der Punkte S und T von einander, ins Auge fällt. Bleibt man bey dieſer reinen optiſchen Darſtellung ſtehen, ohne auf das Urtheil zu ſehen, welches die Seele darüber fällt, ſo hat man in allen Fällen etwas Beſtimmtes, woran man ſich halten kan, ohne daß ſich falſche Urtheile, d. i. Geſichtsbetrüge, einmiſchen. So muß ſich Jeder, der beſtimmt ſprechen will, über ſcheinbare Größe ausdrücken. Er muß ſie durch einen **Winkel** angeben, und durch geometriſche oder aſtronomiſche Werkzeuge, wie alle andere Winkel, abmeſſen. Alsdann werden ihm Sonne und Mond am Horizonte ſowohl, als im Scheitel, 31 Min. im Durchmeſſer halten; Jupiters Durchmeſſer wird, wenn er am größten iſt, durch ein 20mal vergrößerndes Fernrohr 16 Min. groß ſcheinen u. ſ. w., und Verſchiedenheiten hierinn werden wahre Unterſchiede der ſcheinbaren Größen, ohne eingemiſchte Geſichtsbetrüge, anzeigen.

Weil wir uns aber durch lange Uebung eine Fertigkeit erworben haben, über das Geſehene zu urtheilen, und weil ſich dieſe Fertigkeit ſo innig mit dem Sehen ſelbſt vereiniget, daß wir die reine optiſche Darſtellung gar nicht mehr von dem darüber gefällten Urtheile zu unterſcheiden wiſſen; ſo werden wir auch nie die ſcheinbare Größe eines Dinges

ſehen, ohne ſie mit einem ſchnellen Urtheile über ſeine wahre Größe zu begleiten. Dieſe dem Dinge von uns zugeſchriebene wahre Größe heißt nun ebenfalls **ſcheinbare Größe**, aber in einer ganz andern Bedeutung des Worts, bey der es außer dem optiſchen Winkel zugleich auf die Umſtände ankömmt, welche die Seele bey Beurtheilung des Geſehenen zu Hülfe nimmt. Ich habe ſchon erinnert (Th. I. S. 840.), daß die Worte: Entfernung und Größe in der erſten Bedeutung etwas beſtimmtes, in dieſer zweyten aber etwas unbeſtimmtes ausdrücken, das von Urtheilen abhängt, die bald ſo, bald anders, ausfallen.

Scheinbare Größe in dieſer Bedeutung iſt die Vorſtellung einer wahren Größe, die in uns vermöge des Augenmaaßes, nach gewiſſen gewohnten Regeln, aus mancherley zuſammengenommenen Umſtänden entſteht (Man ſ. Th. I. S. 841.).

Dieſer Umſtände ſind hier vornehmlich zween: 1) die durch andere Erfahrungen erlangte **Kenntniß der wahren Größe**, 2) die **ſcheinbare Entfernung** des Gegenſtands von unſerm Auge, von welcher im erſten Theile dieſes Wörterbuchs von S. 840 bis 849. die Rede iſt. Der erſte Umſtand leitet uns gewöhnlich bey Beurtheilung der Größen naher und irdiſcher Dinge, der zweyte bey entfernten und himmliſchen Gegenſtänden.

Wenn wir die wahre Größe einer Sache ſchon vorher aus Erfahrungen kennen, ſo machen wir uns, zumal, wenn wir ſie nahe ſehen, von ihr eine mit dieſer Größe übereinſtimmende Vorſtellung, und irren in dergleichen gewöhnlichen Fällen ſelten oder niemals. So ſcheint uns ein erwachſener Mann in der Entfernung von 12 Schuhen immer größer, als ein Kind in der Entfernung von 1 Schuh, ob wir gleich das letztere unter einem weit größern optiſchen Winkel ſehen, weil wir aus den Verhältniſſen der Theile des Körpers, dem ganzen äußern Anſehen oder aus vorhergegangener Bekanntſchaft ſchon die wahre Größe von beyden kennen. Wir ſind auch überdies ſchon gewohnt, in ſo geringen Entfernungen die Abſtände und Größen der Dinge richtig zu beurtheilen.

Bey ungewöhnlichen Fällen aber und in größern Ab-

ſtänden richtet ſich unſer Urtheil nach der **ſcheinbaren Entfernung**, die wir dem geſehenen Gegenſtande beylegen. Wir halten das für groß, was bey großer Entfernung dennoch unter einem großen Winkel erſcheint; das für klein, was bey geringer Entfernung dennoch unter einem geringen Winkel geſehen wird. Die ſcheinbare Größe des Gegenſtands iſt alsdann als das Produkt aus dem Winkel (eigentlich aus deſſen Tangente) in die ſcheinbare Entfernung anzuſehen. Hieraus folgt ſehr natürlich, daß bey unverändertem Winkel der Gegenſtand größer ſcheint, wenn wir ihn entfernter, und kleiner, wenn wir ihn näher glauben.

Daher kömmt es denn, daß wir in Abſicht auf die Größe irren, ſo oft wir über die Entfernung irren; und daß die Urtheile über die ſcheinbare Größe verſchieden ſind, ſobald die Vorſtellungen von der Entfernung nicht übereinſtimmen. Wie ſchwankend aber die Urtheile von den Entfernungen ſind, und von wie vielen Umſtänden ſie abhängen, iſt im erſten Theile, S. 843. u. f. deutlich gezeigt worden. Hieraus entſpringen mancherley Irrungen und Mißverſtändniſſe über ſcheinbare Größe, wovon ich nur einige als Beyſpiele anführen will.

Wenn man hört, ein Fernrohr vergrößere 20mal, alſo der Fläche nach 400mal, ſo macht man ſich Hofnung, die Himmelskörper dadurch in erſtaunenswürdiger Größe zu ſehen: man findet ſich aber bey wirklicher Betrachtung derſelben ſehr getäuſcht, und ſieht ſie zwar ziemlich größer, als mit bloßen Augen, aber bey weitem nicht der übergroßen Erwartung gemäß. Die Erklärung des Phänomens iſt ſehr leicht: der optiſche Winkel oder das, was eigentlich ſcheinbare Größe heißen ſoll, iſt wirklich 20mal vergrößert, aber der Gegenſtand ſcheint dabey viel näher gekommen zu ſeyn, und in eben dem Verhältniſſe vermindert ſich dem Urtheile nach ſeine ſcheinbare Größe.

Von mehrern Perſonen, die den Jupiter durch einerley Fernrohr betrachten, wird man ganz verſchiedene Urtheile über ſeine ſcheinbare Größe hören. Einer wird ihn mit einem Gulden, der Andere mit einem Sechspfennigſtück, der Dritte mit einem Stecknadelknopfe ꝛc. vergleichen.

Der Erſte nemlich ſtellt ſich das dunkle Geſichtsfeld, an welchem er die helle Scheibe ſieht, entfernter, der leztere näher vor.

Sonne und Mond ſcheinen uns am Horizonte weit größer, als in einiger Höhe über demſelben, weil wir den Himmel am Horizonte für entfernter, in höhern Gegenden für näher halten. Der optiſche Winkel, unter dem dieſe Körper geſehen werden, mit aſtronomiſchen Werkzeugen gemeſſen, bleibt dabey immer einerley. Eben ſo ſcheinen uns die Diſtanzen der Fixſterne von einander am Horizonte größer, als in der Höhe, und wenn man nach dem Augenmaaße von Höhen über dem Horizonte urtheilen, z. B. den Punkt beſtimmen will, der eine Höhe von 45° hat, ſo ſezt man ihn gewiß zu niedrig, und findet einen Punkt, der kaum 23° Höhe hat, weil uns die Helfte des Himmels am Horizonte entfernter, alſo auch weit größer ſcheint, als die Helfte gegen das Zenith, ſ. Himmel.

Auch irdiſche Gegenſtände, Menſchen, Thiere u. dgl. ſcheinen aus der Höhe oder Tiefe betrachtet, näher und alſo kleiner, als wenn man ſie auf der Pläne hin ſiehet, ſ. Geſichtsbetrüge.

Es kömmt daher bey dem Urtheile von der ſcheinbaren Größe auf alle die Umſtände an, die das Urtheil über die Entfernung beſtimmen, und vielleicht vereinigen ſich damit noch mehrere. Sehen wir etwas in einem Verhältniſſe, das uns andere ähnliche Erfahrungen ins Gedächtniß bringt, ſo helfen auch dieſe das Urtheil von der Größe beſtimmen. Haben wir eine Sache, z. B. ein Dintenfaß, ein Trinkglas, lang gebraucht, und nehmen hernach ein größeres Stück dieſer Art, ſo ſcheint dieſes Anfangs ſehr groß, mit der Zeit aber allmählig kleiner. Kindern kommen entfernte Sachen kleiner vor, als Erwachſenen, u. ſ. w. Die Größe des Bildes auf der Nezhaut iſt nur ein einzelner Umſtand beym Sehen; was er ſagen wolle, erklären wir uns, wie bey vieldeutigen Worten, aus dem Zuſammenhange.

Man kan daher von der ſcheinbaren Größe nie beſtimmt ſprechen, wenn man nicht bey der erſten Bedeutung des Worts,

d. i. bey der reinen optiſchen Darſtellung allein ſtehen bleibt, und ſie durch den Winkel ausdrückt, unter welchem die äuſſerſten Lichtſtralen von einem Gegenſtande ins Auge fallen. Dieſes Winkels Tangente verhält ſich zum Sinustotus, wie die wahre Größe zur Entfernung, wenn man ſenkrecht gegen die Linie ſieht, durch welche die wahre Größe gemeſſen wird. Iſt der Winkel klein, ſo kan man ſeine Größe ſelbſt ſtatt der Tangente in die Verhältniſſe ſetzen. Für einerley Gegenſtand verhalten ſich dann die ſcheinbaren Größen umgekehrt, wie die Entfernungen; und für gleiche Entfernungen ſind die ſcheinbaren Größen in einerley Verhältniß mit den wahren, ſ. **Sehewinkel.**

Prieſtley Geſchichte der Optik durch Klügel, S. 493. Anm. e.

Grundſtoffe der Körper, Principia corporum, *Principes des corps.* Die Beſtandtheile, in welche die Körper durch chymiſche Zerſetzung zerlegt werden. Sie ſind entweder **erſte Grundſtoffe, Urſtoffe** (principia prima), welche nicht weiter zerlegt werden können, ſ. **Elemente**, oder **gemiſchte, zuſammengeſetzte Grundſtoffe** (principia principiata ſ. mixta), welche einer fernern Zerlegung fähig ſind.

Die Schüler des Paracelſus nahmen fünf Grundſtoffe aller Körper an, welche ſie den **Merkurius** oder **Spiritus**, das **Phlegma**, den **Schwefel**, das **Salz** und die **Erde** nannten. Sie verſtanden wahrſcheinlich unter dem Merkurius oder Spiritus die flüchtigen und riechenden, unter Phlegma die wäßrichten unentzündlichen, unter Schwefel die brennbaren, unter Salz die ſalzigen oder ſchmackhaften Theile, und unter Erde den feuerbeſtändigen Rückſtand. Unter dieſen ſogenannten **Grundſtoffen des Paracelſus** ſind einige weniger einfach als die andern, welches Dunkelheit und Verwirrung der Begriffe veranlaſſete.

Becher ſetzte daher nur zween Grundſtoffe, **Erde** und **Waſſer** feſt, nahm aber drey Arten von Erden, die **glasartige, entzündliche** und **Merkurialerde.** Die erſte war ihm der Grundſtoff der Feuerbeſtändigkeit, die

zwote der Brennbarkeit, und die dritte das metalliſche Principium. Dieſe Theorie hat die Veranlaſſung zu der ſyſtematiſchen Chymie und zu den wichtigſten neuern Entdeckungen gegeben; ſie würde aber ohne **Stahls** Bemühungen um ſie ſo fruchtbar nicht geworden ſeyn. Dieſer berühmte Chymiker vertauſchte die entzündliche Erde mit dem **Phlogiſton**, das ſeit der Zeit ein für Chymie und Phyſik ſo wichtiger Stof geworden iſt, und bemühte ſich mit vielem Scharfſinn, das Daſeyn eines metalliſchen Principiums zu beweiſen, ohne es jedoch dabey weiter, als bis auf Muthmaßungen bringen zu können.

Macquer glaubt, weil **Waſſer** und glasartige **Erde** entſchiedene Grundſtoffe wären, das Phlogiſton aber nichts anders, als gebundenes **Feuer** ſey, und die neuern Entdeckungen zeigten, daß auch die **Luft** einen Grundſtof der Körper ausmache, ſo ſey man gegenwärtig wieder auf die vier Elemente des **Ariſtoteles**, Feuer, Waſſer, Luft und Erde zurückgekommen. Allein das Feuer iſt wohl mit dem Phlogiſton nicht geradehin zu verwechſeln, das Waſſer ſcheint nach den neuſten Entdeckungen einer weitern Zerlegung fähig ſeyn, und die aus den Körpern enthaltene Luft beſteht aus ſo mancherley verſchiedentlich zuſammengeſetzten Gattungen, daß man dieſer Behauptung keinesweges beypflichten kan, und vielmehr geſtehen muß, daß ſich die Anzahl und Beſchaffenheit der erſten Grundſtoffe noch gar nicht angeben laſſe, ſ. **Elemente**.

Macquers chym. Wörterbuch, Art. Grundſtoffe.

Gyps, Gypſum, *Gypſe, Plâtre.* Eine zarte ſteinichte Materie, die ſich leicht ritzen läßt, und mit dem Stahle kein Feuer giebt. Sie macht oft ganze Anhöhen und langgedehnte Hügel aus. In durchſichtigen, glänzenden, dünnen Blättern, welche genau auf einander liegen, und ganze durchſichtige Maſſen bilden, heißt ſie **Frauenglas, Fraueneis, Spiegelſtein** (Glacies Mariae, Lapis ſpecularis, *Pierre ſpeculaire)*, in Faſern, die der Länge nach über einander liegen, **Stralengyps** (Gypſum ſtriatum, *Gypſe à filets)*, in halbdurchſichtigen körnichten

Steinmaſſen, **Gypsſtein** oder **Alabaſter** (Gypſum Alabaſtrum, *Albâtre gypſeux*).

Dem Feuer ausgeſetzt werden dieſe Steinarten undurchſichtig, weiß und leicht zerreiblich. In dieſem Zuſtande heißen ſie **gebrannter Gyps**, und geben mit Waſſer zu einem Teige vermiſcht, eine Maſſe (*Plâtre*), die ſich in alle Geſtalten formen läßt, und in kurzer Zeit ohne weitern Zuſatz von ſelbſt erhärtet. Dieſe Eigenſchaft macht den Gyps zu allerley Bedürfniſſen bey Gebäuden, Abformen rc. höchſt bequem.

Der Gyps, der ſonſt einige Aehnlichkeit mit dem Kalke hat, iſt doch darinn weſentlich vom letztern unterſchieden, daß er mit den Säuren nicht brauſet und ſich nicht darinn auflöſet. **Pott** (Lithogeognoſie, Th. I. S. 3.) macht ihn daher zu einer eignen Claſſe von Erden, und unterſcheidet ihn von der Kalkerde, ob er gleich ſelbſt (S. 17.) eingeſteht, daß die ſogenannte **ſelenitiſche Erde**, oder die Zuſammenſetzung von Kalkerde und Vitriolſäure, ſich nur in wenigen geringen Umſtänden vom Gypſe unterſcheide. **Marggraf** aber (Chymiſche Schriften, Th. II. Berlin, 1767. 8. Abh. X. §. 5. S. 139. f.) hat durch entſcheidende Zerlegungen und Zuſammenſetzungen dargethan, daß der Gyps nichts anders, als eine mit Vitriolſäure geſättigte Kalkerde, ein Salz ſey, daß von Natur kryſtalliſirt iſt, dem aber durch das Brennen ſein Kryſtalliſationswaſſer entzogen wird.

Der Gyps wird zu Verzierungen in den Gebäuden, zu Abgüſſen von Statüen und Münzen, zum Modelliren, zur Befeſtigung der Haſpen in den Mauren, zur Nachahmung des Marmors, zur Bereitung verſchiedner Gläſer u. ſ. w. gebraucht. In der Färbekunſt dient er zur Feſtſetzung einiger, beſonders gelber, Farben; im thieriſchen Körper bringt er ſchädliche und austrocknende Wirkungen hervor, daher die bey den Alten gewöhnliche Vermiſchung der Weine, mit Gyps (Plin. H. N. XIX. 19. Columella de re ruſt. XII. 20. 26. 28.) nachtheilig iſt; zu Düngung und Fruchtbarmachung der

Felder aber wird er, beſonders in kaltem Boden, mit Nutzen gebraucht.

Macquers Chymiſches Wörterbuch, mit Herrn Leonhardi Anm. Art. Gyps.

H.

Haarröhren, Tubi capillares, *Tuyaux capillaires*, *Tubes capillaires*. Dieſen Namen führen alle enge Röhren von geringem Durchmeſſer, wegen ihrer Aehnlichkeit mit den Haaren, welche ebenfalls hohle Röhren ſind. Die Haarröhren der Experimentalphyſik aber dürfen eben nicht ſo fein und dünn, als Haare ſeyn; man rechnet Glasröhren ſchon dafür, wenn der Durchmeſſer ihrer Höhlung, oder ihre **Weite im Lichten** (lumen) nur nicht über $\frac{1}{10}$ eines rheinländiſchen Zolles beträgt und **'s Graveſande** (Phyſices Elem. T. I. L. I. c. 5.) läßt ſogar $\frac{1}{8}$ Zoll zu. Sie können auch von Metall und andern Materien ſeyn, ob man gleich die Verſuche ſelten an andern, als an Glasröhren, anſtellet. Alle poröſe Körper, welche flüßige Materien anziehen, z. B. Schwämme, Löſchpapier, Zucker ꝛc. laſſen ſich als Zuſammenſetzungen von Haarröhren anſehen.

Die Erſcheinungen an den Haarröhren ſcheinen Ausnahmen von dem Geſetz der Hydroſtatik zu machen, nach welchem zwo Säulen von einerley flüßigen Materie nicht anders im Gleichgewichte ſeyn können, als wenn ihre Oberflächen gleich hoch, d. i. in einer und eben derſelben Horizontalebne liegen, ſ. **Röhren, communicirende**. Bey den Haarröhren hingegen beobachtet man folgendes.

1) Wenn in ein Gefäß mit Waſſer eine gläſerne oben und unten ofne Haarröhre getaucht wird, ſo ſteigt das Waſſer innerhalb der Röhre **höher**, als es von außen im Gefäße ſteht.

2) Es ſteigt deſto höher, je enger der Röhre Durchmeſſer iſt.

3) Doch ſteigt es nie über die obere Oefnung der Röh-

re hinaus, ſo daß es von außen wieder herablaufen könnte, ſo kurz auch die Röhre ſeyn mag.

4) Wenn man ein Haarröhrchen in verſchiedne Liquoren taucht, ſo ſteigen ſie zwar alle darinn, aber auf verſchiedene Höhen. Dabey findet die Regel nicht ſtatt, daß die ſchwerſten am wenigſten ſteigen; der leichtere Weingeiſt z. B. ſteigt weniger, als das ſchwerere Salzwaſſer.

5) Taucht man hingegen das Haarrohr in **Queckſilber**, ſo ſteht dieſes darinn **niedriger**, als von außen, und dies um deſto mehr, je enger das Haarrohr iſt.

Wenn man dieſe Erſcheinungen mit demjenigen zuſammenhält, was bey dem Worte: **Adhäſion** im erſten Theile dieſes Wörterbuchs, S. 45. u. f. geſagt worden iſt, ſo begreift man ihre Urſache ganz leicht, und die Unmöglichkeit, ſie auf eine andere Art zu erklären, zeigt zugleich das wirkliche Daſeyn eines **Anhängens** der Körper an einander, über deſſen Urſache wir weiter keine Erklärung geben können.

1) Das Waſſer ſteigt an den Seiten der Glasröhre, wie an den Rändern aller gläſernen Gefäße, darum in die Höhe, weil es vom Glaſe ſtärker angezogen wird, als ſeine Theile unter einander ſelbſt zuſammenhängen. Weil nun die Röhre eng iſt, ſo fließen dieſe ringsherum aufgeſtiegnen Waſſerberge in einander, und bilden eine ganze Maſſe, welche wiederum vom Glaſe ſtärker angezogen, als von dem übrigen Waſſer zurückgehalten wird u ſ. w., bis endlich das immer vergrößerte Gewicht der aufgeſtiegnen Waſſerſäule mit dem Zuſammenhange zugleich der Anziehung des Glaſes das Gleichgewicht hält.

2) Je enger die Röhre iſt, deſto geringer iſt dieſes Gewicht der Waſſerſäule, welche von dem Anhängen am Glaſe getragen wird, deſto größer hingegen die Anzahl der Punkte, womit jede gleich große Waſſermaſſe das Glas berührt; deſto höher kan alſo dieſe Säule werden, ehe das Gleichgewicht erfolgt. Iſt der Durchmeſſer eines Haarröhrchens doppelt ſo groß, als der Durchmeſſer eines andern, ſo iſt zwar das Gewicht der Waſſerſäule bey einerley Höhe viermal größer, und das Waſſer ſollte alſo nur bis

zum vierten Theile der Höhe im andern ſteigen: aber es berührt auch den Rand des Glaſes in doppelt ſo viel Punkten, und wird alſo doppelt ſo ſtark angezogen, daher es in allem halb ſo hoch ſteigt, als im andern Haarröhrchen. Dieſer Erklärung nach müſſen ſich die Höhen des Steigens ohngefähr umgekehrt, wie die Durchmeſſer der Röhren verhalten, womit auch die Verſuche übereinſtimmen.

3) Die Höhe des Steigens kömmt zwar gar nicht auf die Länge des Röhrchens an; aber wenn das Waſſer die obere Oefnung erreicht hat, ſo kan es nicht herausgehoben werden, weil keine Glaswände mehr da ſind, die es anziehen.

4) Nicht alle flüßige Materien werden vom Glaſe gleich ſtark angezogen, und es kömmt dabey gar nicht auf ihre ſpecifiſche Schwere an. Auch zieht ein Glas ſtärker an, als das andere.

5) Des Queckſilbers Theile hängen unter einander ſtärker zuſammen, als ſie vom Glaſe angezogen werden. Indem man alſo ein Haarröhrchen in Queckſilber taucht, wird der kleine Theil, der von unten in die Röhre eindringen ſollte, von der übrigen Maſſe des Queckſilbers ſtärker zurückgehalten, als ihn das Glas zieht. Ueber ihm iſt kein Queckſilber, das dieſe Kraft aufheben könnte; ſie überwindet alſo ſowohl den Druck, der aus den hydroſtatiſchen Geſetzen folgt, als auch das Anziehen des Glaſes, und das Queckſilber bleibt ſo lange ſtehen, bis endlich der hydroſtatiſche Druck das Uebergewicht bekömmt, und es hineintreibet. Dies geſchieht deſto ſpäter, je enger die Röhre iſt, je genauer alſo das Queckſilber von der Berührung mit dem übrigen abgeſchnitten wird. Man hat hiebey gar nicht nöthig, zu einer **zurückſtoßenden Kraft** ſeine Zuflucht zu nehmen.

Nach **de la Lande** (Diſſ. ſur la cauſe de l'élevation des liqueurs dans les tubes capillaires, à Paris, 1770.) ſoll **Franz Aggiunti**, Leibarzt des Großherzogs von Toſcana, einer von den Stiftern der Akademie del Cimento, der im Jahre 1635 geſtorben iſt, die Phänomene der Haarröhren zuerſt bemerkt haben. Der Jeſuit **Honora-**

tus Fabri (Scient. phyſ. Tract. V. L. II. Digreſſ. 1.) und aus ihm Johann Chriſtoph Sturm (Collegium Curioſum, Norimb. 1676. 4. To. I. Tentam. 8.) führen die Erſcheinungen 1. 2. 3. umſtändlich an, und erklären ſie aus dem Drucke der Luft, welches dadurch hinlänglich widerlegt wird, daß unter der Glocke der Luftpumpe alles eben ſo erfolgt. Sie ſetzen übrigens noch die ganz falſche Beobachtung hinzu, daß das Waſſer in langen Röhren höher ſteige, als in kurzen.

Iſaak Voſſius (De Nili et aliorum fluminum origine, Hagae Com. 1666. cap. 2,) bemerkt zuerſt, daß das Queckſilber in Haarröhren niedriger ſtehe, und daß ſich die Erſcheinungen auch in communicirenden Röhren zeigen, wenn der eine Schenkel ein Haarröhrchen iſt. Er ſucht die Urſache in der Zähigkeit (viſcoſitate) des Waſſers, durch die es an das Glas anklebe, und dabey ſein Gewicht verliere, wodurch zwar das Hängenbleiben des einmal aufgeſtiegnen Waſſers, nicht aber das freywillige Aufſteigen ſelbſt erklärt wird.

Borellus (De motionibus naturalibus a gravitate pendentibus, Lugd. Bat. 1686. Prop. 182 — 188.) bemerkt, das Waſſer ſteige ſchneller und höher, wenn die Röhre inwendig feucht ſey. Er will die ganze Sache aus einer Art von Netz erklären, welches vom Waſſer an der untern Oefnung der Röhre gebildet werde, und ſtellt ſich, um die Hebung des Waſſers begreiflich zu machen, die Theilchen deſſelben als biegſame Hebel vor.

Jacob Bernoulli (De gravitate aetheris. Amſt. 1683. 8. p. 239.) glaubt, die Lufttheilchen, als Kügelchen, paſſeten ſelten ganz genau in die Oefnung einer Röhre, die äußerſten am Rande träfen die Wand der Röhre ſo, daß ſie noch von ihr getragen würden, und wenn alſo etwa 6 ſolche Theilchen im Durchmeſſer Platz hätten, ſo würden 2 davon vom Rande der Röhre getragen, daher drückten nur noch 4 abwärts, und es ſey alſo der Druck der Luft an dieſer Stelle ſchwächer, als der von außen, daher das Fluidum höher hinaufgetrieben werde. Dieſe ſehr gekünſtelte Erklärung fällt ſchon dadurch hinweg, daß ſich die Höhen,

auf welche verſchiedne Liquoren ſteigen, nicht, wie die ſpecifiſchen Schweren der Liquoren verhalten.

Ludwig Carre (Mém. de Paris, 1705.) machte nebſt **Geoffroy** viele Verſuche über die Haarröhren, fand, daß das Waſſer in ihnen nicht ſtieg, wenn ſie inwendig mit Fett beſtrichen waren, ſo lange bis der beſtrichne Theil ganz unter Waſſer ſtand, ſtellte Verſuche unter der Glocke der Luftpumpe an, und bemerkte, daß die Länge der Röhren nichts zur Höhe des Steigens beytrage. Er iſt der Erſte, der die Erſcheinungen aus dem **Anhängen** des Waſſers ans Glas erklärt, und die meiſten Phänomene richtig daraus herleitet: nur irrt er darinn, daß er annimmt, die das Glas berührenden Theile des Waſſers verlöhren ihr ganzes Gewicht, woraus folgen müßte, das Waſſer ſteige höher, wenn man die Röhre tiefer einſenkt.

D. Jurin (Philoſ. Transact. no. 355 et 363.) ſtellte Verſuche mit gläſernen Gefäßen an, welche aus Röhren von verſchiednen Durchmeſſern beſtanden. Wenn der weitere Durchmeſſer das Waſſer berührte, ſo ſtieg es ſo hoch, als der engern Röhre zukam: brachte er aber die engere Röhre ans Waſſer, ſo trat es nur ſo weit, als die weitere es halten konnte. Er erklärt das Phänomen ſo, wie **Hawksbee**, aus der Anziehung, welche dem Waſſer, das die innere Wand der Röhre berührt, ſein Gewicht benehme, daher daſſelbe von dem Drucke des Waſſers im Gefäße erhoben, und von dem nächſtfolgenden Ringe der innern Glaswand angezogen werde. Das Hängenbleiben des Waſſers leitet er von dem Ringe der Glaswand her, welcher die obere Peripherie des Waſſers zur Baſis und den Wirkungskreis der Anziehung des Glaſes zur Höhe hat. **Bülfinger** (Diſſ. de tubulis capillaribus, in Comment. Petrop. To. II. p. 233. und in den Anm. über **Jurin's** Abhandlung, eb. To. III. p. 81 ſqq.) ſetzte noch mehrere Verſuche hinzu, und fand, daß ein Haarröhrchen gerade ſo viel Waſſer anzieht und erhält, als der größte Tropfen ausmacht, der auswendig an dem Röhrchen, ohne herabzufallen, hängen kan, daß in trocknen Röhren das Waſſer zuerſt am

Rande, nicht in der Mitte, heraufſteigt u. ſ. w. In Abſicht auf die Erklärungen giebt er Jurin völlig Beyfall.

Muſſchenbroek (Diſſ. phyſ. exp. de tubulis capillaribus, in ſ. Diſſ. phyſ. p. 271. ingl. de attractione ſpeculorum planorum vitreorum, ebend. p. 334.) vervielfältigte die Verſuche noch mehr, und gab folgende Höhen des Steigens in einer Glasröhre von $\frac{1}{3}$ rheinl. Linie Durchmeſſer und 43 Lin. Länge an.

	Lin.	Sp Schw.		Lin.	Sp. Schw.
Harn eines geſunden Menſchen.	33 - 34	1,03	Weinſteinöl	25 - 26	1,55
Salmiakgeiſt	30 33	1,12	Rübol	21	0,913
Vitriolöl	26 - 27	1,7	Salpeterg.	20	1,315
Waſſer	26	1	Alkohol	18 - 19	0,866

Er glaubte dabey gefunden zu haben, daß das Waſſer in langen Röhren höher ſtehe, als in kürzern; aber ſelbſt in ſeinen Verſuchen ſind die angegebnen Unterſchiede ſo gering, daß man nichts Zuverläßiges daraus folgern kan. Inzwiſchen ſchließt er daraus, die Urſache des Phänomens ſey durch die ganze Länge der Röhre verbreitet, und erklärt daſſelbe aus der Attraction entfernter Körper, wobey aber auch die Glasdicke mit in Betrachtung kommen würde, welche, wie bekannt, auf das Reſultat der Verſuche nicht den mindeſten Einfluß hat.

Weitbrecht (Tentamen theoriae, qua aſcenſus aquae in tubis capillaribus explicatur, in Comm. Petrop. To. VIII. p. 261. und Explicatio difficiliorum experim. circa aſcenſum aquae in tubos cap. ebend. To. IX. p. 275.) theilt ſehr ſchätzbare Bemerkungen und Verſuche über das Anhängen ans Glas und die Geſtalten der Tropfen mit, und ſcheint unter allen die genaueſten Experimentalunterſuchungen über dieſen Gegenſtand angeſtellt zu haben. Bey der Erklärung ſelbſt, die er von der Attraction und Cohäſion (attractione continuata) herleitet, unterſcheidet er ſehr richtig die Wirkung des Glaſes aufs Waſſer von der Wirkung der Waſſertheile auf einander ſelbſt. Er leitet das **Aufſteigen** von der ſtufenweiſe wirkenden anziehenden Kraft der ganzen innern Glasfläche und von dem Zuſammenhange der Waſſertheilchen; die **Erhaltung** des aufge-

ſtiegnen Waſſers aber von der Anziehung des Ringes der Glasröhre, mit welchem die Oberfläche der erhaltenen Waſſerſäule zuſammenhängt, und von dem Zuſammenhange des Waſſers unter ſich her. In engern Röhren wird jedes Waſſertheilchen von mehrern Glaspunkten dieſes Ringes zugleich angezogen, als in weitern.

Herr Gellert (De phaenomenis plumbi fuſi in tubis capillaribus, in Comm. Petrop. Tom XII. p. 243.) findet das geſchmolzene Bley in gläſernen und irrdenen Haarröhren niedriger, als von außen, und dieſe Tiefe unter der äußern Horizontalebne (infra libellam) im umgekehrten Verhältniſſe der Durchmeſſer, und in priſmatiſchen Röhren (De tubis capillaribus priſmaticis, ebend. p. 252.) im umgekehrten Verhältniſſe der Quadratwurzeln aus den Grundflächen. Er erklärt dies auch ſehr richtig daraus, daß die Theile des geſchmolznen Bleys unter ſich ſtärker zuſammenhängen, als ſie vom Glaſe und Thone angezogen werden.

De la Lande giebt in der oben angeführten Schrift von dem Aufſteigen in Haarröhren folgende Erklärung. Wenn Waſſer in einem Gefäße ruhig ſteht, ſo haben alle lothrechte Säulen deſſelben einerley Gewicht und einerley Anziehung. Die eingetauchte Glasröhre treibt einen Theil einer ſolchen Säule aus der Stelle, und bewirkt mehr Anziehung, als dieſer Theil. Dadurch werden die unter der Oefnung ſtehenden Waſſertheilchen aufwärts gezogen, und verlieren etwas von ihrem Gewichte. Die innere Waſſerſäule im Haarrohre wird alſo leichter, und muß von den äußern weiter in die Höhe getrieben werden, bis das Gewicht des aufgeſtiegnen Waſſers der Anziehung der Röhre gleich iſt. Ueberdies zieht noch der untere Theil der Glasröhre, ſo weit ſein Wirkungskreis reicht, die anliegenden Waſſertheile gegen ſich, ohne daß dieſe Anziehung von andern unterwärts liegenden Glastheilen wieder aufgehoben würde. Endlich wird auch die Oberfläche des aufgeſtiegnen Waſſers von dem anliegenden Glasringe gegen ſich gezogen, und dieſer Anziehung wirkt zwar eine gleich ſtarke Anziehung gegen das Glas nach unten entgegen, die aber durch

die Anziehung des Waſſers unter ſich ſelbſt vermindert wird Setzt man die Kraft, mit welcher das Waſſer vom Glaſe ſo weit deſſen Wirkung reicht, angezogen wird = g, und die, womit es vom Waſſer ſelbſt in gleicher Weite angezogen wird = w; ſo iſt die ganze Anziehung aus der erſten Urſache = g — w, aus der zweyten ebenfalls = g — w, aus der dritten = g — (g — w) = w. Die ganze Anziehung alſo = 2g — 2w + w = 2g — w. Daher müßte das Waſſer noch ſteigen, wenn nur die Anziehung des Glaſes über halb ſo groß, als die des Waſſers unter ſich ſelbſt, wäre. Man kan dies leicht auf das Queckſilber anwenden, wo bey Einſenkung einer Glasröhre die Anziehung oberwärts ſchwächer wird, und der unterwärts nach dem übrigen Queckſilber gerichteten nicht mehr das Gleichgewicht hält, daher das Gewicht der Säule vermehrt wird, und die übrigen ſie nicht mehr ſo hoch erhalten können, als ſie ſelbſt ſind, u. ſ. w.

Eben ſo ſteigt auch Waſſer zwiſchen ein Paar ebnen Glasplatten, die man nahe genug an einander bringt, in prismatiſchen engen Röhren und in engen Oefnungen und Zwiſchenräumen anderer Körper in die Höhe. So ſaugen Schwämme, Salz, Zucker, Erde, Holz, Leinwand, Löſchpapier, Dachte, Stricke u. dgl. allerley flüßige Materien, nicht aber Queckſilber, in ſich; ſo ſteigt der Saft in die Gefäße der Bäume und Pflanzen, ſ. Adhäſion.

Obgleich D. Hook (Micrographia Obſ. VII.) mit vielem Scharfſinne zu behaupten geſucht hat, daß die Wirkung der Haarröhren vom Drucke der Luft herrühre, ſo ſind doch die Verſuche dieſer Meynung ſchlechterdings entgegen. Und da ſich dieſe Erſcheinungen auch weder aus dem Drucke des Aethers, noch aus einem bloßen Zuſammenhange erklären laſſen, ſo machen ſie einen Hauptbeweis für das Daſeyn einer anziehenden Kraft in der Materie aus.

C. B. *Funccii* Diſſ. de aſcenſu fluidorum in tubis capillaribus Comment. I et II. Lipſ. 1773. 4.

Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre, Gött. 1787. 8. §. 184. u. f.

Härte, Durities, *Dureté*. Diejenige Eigenſchaft der Körper, vermöge welcher ſie durch den Druck oder Stoß ihre Geſtalt, d. i. die Lage ihrer Theile gegen einander, nicht ändern laſſen. Da wir keinen vollkommen harten Körper kennen, ſo drückt das Wort Härte gemeiniglich nur einen relativen Begriff aus, und man ſchreibt dieſe Eigenſchaft denjenigen Körpern zu, welche zur Aenderung ihrer Geſtalt eine ſehr große Kraft erfordern. So nennt man Steine hart, wenn ſie mit dem Stahle Feuer geben u. ſ. w. Eine abſolute Härte findet ſich vielleicht nirgends, als in den erſten Elementen oder Atomen der Körper; und die relative Härte der zuſammengeſetzten Körper beſteht in nichts andern, als in dem Zuſammenhange ihrer Theile, ſ. **Hart, Cohäſion.**

Härten des Stahls, ſ. Stahl.

Hagel, Schloßen, Grando, *Grêle*. Der Hagel beſteht aus gefrornen Waſſertheilen, welche in Eisklumpen vereint aus der Atmoſphäre niederfallen. Die Regentropfen nemlich können vielleicht nach ihrer Entſtehung aus den höchſten Gegenden, welche man daher die **Region des Hagels** nennet, in niedrigere Gegenden des Luftkreiſes gelangen, welche vorzüglich kalt ſind, wo ſie ſich in Eiskügelchen oder Kerne verwandeln. Beym weitern Fallen nehmen ſie dann die feuchten Dünſte, die ihnen begegnen, auf; dieſe frieren um den Kern herum an, und bilden die ihn umgebenden Schalen oder Eisrinden; oft hängen ſich mehrere ſolche Kerne in eckichten Klumpen an einander, und ſo kömmt es, daß man die Schloßen oder Hagelkörner bisweilen rund, als einen feſten mit dünnen Eisſchalen umgebnen Kern, bisweilen in unregelmäßigen und eckichten Geſtalten findet. Dies iſt wenigſtens die gewöhnliche Erklärung dieſer für Felder und Saaten ſo verderblichen Luftbegebenheit.

Die Hagelkörner ſind von ſehr verſchiedner Größe. Man hat dergleichen, wiewohl ſelten, von dem Gewichte eines Pfundes geſehen. Die auf den Bergen fallen, ſind nach **Scheuchzer** und **Beccaria** (Lettere del elettriciſmo.

Lett. 15.) kleiner, als die in den Plänen. Selten iſt ihre Geſtalt vollkommen rund; ſie ſind vielmehr unregelmäßig abgeplattet, und oft, wenn ſie mit ſtarken Stürmen niederfallen, durch das Aneinanderſchlagen zerbrochen. Ihr innerer Kern iſt undurchſichtig und einem compacten Schnee ähnlich; die äußere Schale iſt hell und durchſichtig.

Es iſt eine ſehr bekannte Sache, daß es äußerſt ſelten im Winter hagelt, und daß die heftigſten Hagelwetter, welche insgemein mit Sturm, Donner und Bliß begleitet ſind, in den Monaten May, Junius, Julius und Auguſt auch meiſtens bey Tage, einfallen. Der Wind iſt dabey ſehr veränderlich, und mehrentheils geht unmittelbar vor dem Hagelwetter eine Hauptveränderung ſeiner Richtung vorher. Das Aneinanderſtoßen der Hagelkörner verurſacht ein Getöſe in der Luft. Oft fällt der Hagel mit Regen vermiſcht, bisweilen aber geht auch der Regen voran, und verwandelt ſich in der Folge in Hagel. Vor den heftigen Gewittern, welche die Hagelwetter begleiten, iſt es gemeiniglich ſehr ſchwül; beym Herabfallen des Hagels aber und noch mehr nach demſelben, findet man die Luft abgekühlet.

Dennoch giebt es einzelne Beyſpiele von Hagelwettern, die im Winter oder in der Nacht gekommen ſind, wie z. B. in Montpellier am 30 Jänner 1741. (Mém. de Paris 1741. p. 218.). Sie ſind alsdann deſto heftiger und allezeit mit ſchrecklichen Donnerwettern begleitet. Dieſe Fälle ſind jedoch nur Ausnahmen, und die Regel bleibt allemal dieſe, daß es blos im Winter ſchneyt und blos im Sommer hagelt, ſo wie in den Zwiſchenzeiten, zumal im Frühling, der zarte **Graupenhagel** (*greſil*) fällt, der vom Schnee die Weichheit und vom Hagel die Figur hat.

Dieſe Regel hat man ſonſt dadurch zu erklären geſucht, daß im Winter der ganze Luftkreis zu kalt ſey, als daß das Waſſer darinn in Tropfen ſollte zuſammenfließen können. Aber der Umſtand, daß die ſchweren Hagelwetter allemal Donnerwetter ſind, ſcheint wohl deutlich zu beweiſen, daß zur Entſtehung des Hagels ein Ausbruch der Elektricität erforderlich ſey. **Mongez** (Lettre ſur la formation de la grêle, in *Rozier* Journal de phyſ. Sept. 1778.) führt ein Bey-

ſpiel an, daß es bey einem Regen, der einige Tage, ohne zu blitzen, angehalten hatte, ſogleich zu hageln anfieng, als es anfieng zu blitzen. Welcher Zuſammenhang aber zwiſchen der Elektricität und der Erzeugung des Hagels ſtatt finde, iſt noch ſehr dunkel.

Herr de Lüc (Idées ſur la meteorologie, To. II. Sect. 3. ch. 2.) ſchließt aus dem ſchneeähnlichen Kerne der Hagelkörner, daß ſie ſich nicht aus Regentropfen, ſondern aus Schneeflocken bilden, welche im obern Theile der Gewitterwolke durch ein plötzliches Erkalten, das von irgend einer chymiſchen Urſache abhängt, entſtehen und im Fallen durch das Gewölk ſtreichen. Nach dieſer Hypotheſe kan ſich der Hagel nicht, wie man ſonſt gewöhnlich annahm, in den höchſten Gegenden der Atmoſphäre bilden, weil die Gewitterwolken immer ſehr niedrig gehen. Und dann wird es wiederum ſehr ſchwer, die bisweilen ſo beträchtliche Größe und unregelmäßige Geſtalt der Hagelkörner zu erklären. Dieſe Luftbegebenheit gehört alſo noch zur Zeit unter diejenigen, über welche wir erſt in Zukunft von genauern Unterſuchungen des Luftkreiſes richtigere Belehrungen erwarten müſſen.

Muſſchenbroek Introd. in philoſ. nat. To II. §. 2391 ſq.

Erxlebens Anfangsgr. der Naturlehre, Vierte Auflage durch Lichtenberg, § 736.

Halbkugeln, Hemiſphäre, Hemiſphaeria, *Hemiſphères*. Jeder größte Kreis theilt die Kugel durch ſeine Ebne, und die Kugelfläche durch ſeinen Umkreis in zwo gleiche Helften, welche man Halbkugeln nennt. Insbeſondere führen dieſen Namen in der Geographie und Sternkunde die Helften, in welche die Erd- und Himmelskugel durch den Horizont, Aequator und Mittagskreis getheilt werden.

Der Horizont theilt uns den Himmel in die **ſichtbare** und **unſichtbare**, oder welches eben ſo viel iſt, in die **obere** und **untere** Halbkugel ein. Auch auf der Erdkugel Taf. VIII. Fig. 2. kan man für den Beobachtungsort o, den man ſich ſtets oben gedenkt, und deſſen wahrer Horizont m n

iſt, die Erde in die obere und untere Halbkugel m a o p n und m s t q n getheilt annehmen.

Der Aequator a q und A Q theilt die Erd- und Himmelskugel in die nördliche und ſüdliche Halbkugel, a o p n q und a m s n q, A Z P R Q und A H S N Q, wovon jene den Nordpol p und P, dieſe den Südpol s und S in ihrer Mitte hat.

Der Mittagskreis des Beobachtungsorts o m s n p o und Z H S N P Z theilt beyde Kugeln in die öſtliche und weſtliche Halbkugel, wovon in der Figur gerade nur die öſtliche ſichtbar iſt, die weſtliche aber auf ihre Rückſeite fällt. Jene hat den Morgenpunkt C, dieſe den entgegengeſetzten Abendpunkt in ihrer Mitte.

Der größte Kreis endlich, deſſen Ebne auf der nach dem Mittelpunkte der Sonne gezognen Linie ſenkrecht ſteht, theilt die Erdkugel und jeden dunklen Körper des Sonnenſyſtems in die erleuchtete und dunkle Halbkugel ein. Weil aber die Sonne einen größern Halbmeſſer hat, als die dunklen Himmelskörper, ſo erleuchtet ſie von jedem dieſer Körper etwas mehr als die Helfte, und das erleuchtete Hemiſphär erſtreckt ſich ringsum über ſeine eigentliche Grenze noch um die Größe des ſcheinbaren Halbmeſſers der Sonne, d. i. für die Erdkugel ohngefähr um 15 Minuten eines größten Kreiſes hinaus.

Halbkugeln, magdeburgiſche, Hemiſphaeria Magdeburgica, *Hémiſphères de Magdebourg.* Der Erfinder der Luftpumpe, Otto von Guerike zu Magdeburg, ſtellte unter andern merkwürdigen Verſuchen mit dieſem Inſtrumente auch folgenden an. Er ließ zwo küpferne Halbkugeln A und B, Taf. X. Fig. 49., $\frac{67}{100}$ einer magdeburgiſchen Elle im Durchmeſſer, verfertigen, welche genau an einander paſſeten. An einer derſelben war bey H ein Hahn angebracht, durch welchen man nach Gefallen die Verbindung zwiſchen der innern und äußern Luft aufheben und wieder eröfnen konnte. Rings herum waren Rinken angebracht, um Seile durchzuziehen und Pferde daran zu ſpannen. Zwiſchen die auf einander paſſenden

Ränder der Halbkugel ward ein mit Wachs und Terpentin getränkter lederner Ring gelegt.

Dieſe Halbkugeln legte Guerike auf einander, und zog bey geöfnetem Hahne, vermittelſt ſeiner Luftpumpe, die Luft aus dem innern Raume ſchnell heraus, wodurch beyde ſtark an einander gedrückt, und wenn man den Hahn verſchloß und ſie abnahm, vom Drucke der äußern Luft ſo feſt vereiniget wurden, daß 16 Pferde ſie nur mit Mühe aus einander reißen konnten, wobey man einen Knall, wie einen Büchſenſchuß, hörte. Oefnete man aber durch Umdrehung des Hahns der äußern Luft den Zugang, ſo konnte ſie Jedermann leicht mit der bloßen Hand aus einander bringen. Guerike berechnet den Druck der Luft auf den größten Kreis jeder Halbkugel zu 2686 Pfund; welches aber zu viel iſt, weil er die Waſſerſäule, die der Atmoſphäre gleich wiegt, 20 Ellen hoch annimmt, da ſie doch nur 32 rheinl. Schuhe zur Höhe hat. Ueberdies war auch der innere Raum bey weitem nicht völlig leer von Luft, und es iſt alſo noch der Gegendruck der zurückgebliebenen innern Luft abzuziehen. Die 2686 Pfund auf 8 Pferde, die an jeder Halbkugel zogen, vertheilt, gäben auf jedes 336 Pfund. Da man nun die Kraft eines Pferdes im horizontalen Zuge nur 175 Pfund rechnen kan, ſo wäre es unmöglich geweſen, die Kugeln durch 16 Pferde aus einander zu reißen, wenn Guerikens Rechnung richtig, und ſein Vacuum vollkommen geweſen wäre.

Er ließ nachher zwo noch größere Halbkugeln, von einer ganzen Elle im Durchmeſſer verfertigen, welche von 24 — 30 Pferden nicht aus einander gebracht werden konnten. Die kleinern brachte er auch an einem feſten Geſtelle in ſeinem Hofe an, wo ſie mehrere Centner Gewichte trugen, ohne aus einander zu gehen.

Dieſe Verſuche zeigte Guerike ſchon im Jahre 1654. auf dem Reichstage zu Regensburg in Gegenwart des Kaiſers Ferdinand des Dritten und vieler Großen des Reichs, wodurch die Erfindung der Luftpumpe bekannter und die Lehre vom Drucke der Luft mehr ausgebreitet ward. Weil alſo dieſe Halbkugeln in der Geſchichte der Phyſik merkwür-

dig ſind, und auch an ſich einen ſchönen Experimentalbeweis von der Größe des Drucks der Atmoſphäre abgeben, ſo ſind ſie bis jetzt unter dem Namen der **magdeburgiſchen Halbkugeln** ein Theil der phyſikaliſchen Experimentalgeräthſchaft geblieben. Wie man den Verſuch damit bequem einrichte, lehrt **Wolf** (Nützliche Verſuche, Th. I. Cap. 5. §. 115 u. f.).

Ottonis de Guerike Experimenta nova Magdeburgica de vacuo ſpatio. Amſtelaed. 1672. fol. L. III. cap. 23. 24. 25.

Halbmetalle, Semimetalla, *Demi-metaux*. Dieſen Namen führen einige Subſtanzen, welche alle Eigenſchaften der Metalle, als Schwere, Undurchſichtigkeit, Glanz, Unvereinbarkeit mit erdichten Materien u. ſ. w. nur die Dehnbarkeit ausgenommen beſitzen, vom Feuer aber in Dämpfe verwandelt werden — **feuer-unbeſtändig-undehnbare** Metalle. Die neuern Chymiſten ſehen die ſonſt ſehr gebräuchliche Eintheilung in Metalle und Halbmetalle nicht mehr für weſentlich an, da man jetzt Mittel findet, Subſtanzen dehnbar zu machen, die ſonſt zu den Halbmetallen gezählt wurden.

Die bis jetzt bekannten Halbmetalle ſind der **Spießglaskönig, Wismuth, Kobaltkönig, Arſenikkönig, Nickel** und **Braunſteinkönig**. Man ſ. die Artikel: **Spießglas, Wismuth, Kobalt, Arſenik, Nickel.** Einige haben das Queckſilber unter die Halbmetalle zählen wollen; es läßt ſich aber gefroren unter dem Hammer ſtrecken, und muß daher unter die Metalle gerechnet werden; eben ſo wie der Zink, den man zu Drathe ziehen und zu Blechen walzen kan, ſ. **Zink**. Dagegen iſt der Nickel erſt von Herrn **Cronſtedt** den vorher bekannten Halbmetallen beygefügt worden.

Der **Braunſtein** (Magneſia nigra, ſ. vitriariorum, *Manganèſe*) iſt ein ziemlich harter mineraliſcher Körper von dunkelgrauer, ſchwärzlicher oder röthlicher Farbe und von ſtreifichtem Gewebe, den man unter dem Namen der **Glasſeife** in den Glashütten braucht, um dem grünen Glaſe die Farbe zu benehmen. Man hat ihn lange Zeit

für ein Eiſenerz gehalten; aber **Pott** (Miſcell. Berol. To. VI. 1740. p. 40. ſq.) und **Cronſtedt** fanden ſchon, daß er dieſes nicht ſey. **Sage** führt ihn unter den Zinkerzen auf. Endlich entdeckten **Gahn** im Jahre 1774 und **Bergmann** (Nov. Act. Vpſal. Vol. II. p. 246. ſq.), daß er ein ganz neues Halbmetall, den **Braunſteinkönig** (Magneſium), enthalte. Dieſer Braunſteinkönig iſt brüchig, auf dem Bruche körnicht, weiß und glänzend, und noch härter und strengflüßiger, als das Eiſen. Sein Kalk ſieht ſchwarz, und im ſtrengſten Feuer grün aus, wird aber, wenn er mehr Brennbares erhält, weiß. **Lapeirouſe** (Obſ. ſur quelques proprietés de la manganèſe, in *Rozier* Journal de phyſ. To. XVI. p. 156.) und **de Morveau** (ebend. p. 157. und p. 348. ſq.) haben dieſen König ebenfalls erhalten, und es außer Zweifel geſetzt, daß er ein eignes neues Halbmetall ſey. Seine ſpecifiſche Schwere iſt 6,850mal größer, als die des Waſſers. In der Luft läuft er bald an, und in feuchter verwittert er zu einem ſchwärzlich braunen Kalke, der ſchwerer, als der König, iſt. Er löſet ſich in allen Säuren, vorzüglich in der Salpeterſäure, auf. Durch Röſten giebt er einen ſchwärzlichen Kalk, der bey ſtarkem Feuer in ein gelblich braunes durchſichtiges Glas verwandelt wird.

Das **Waſſerbley** (Molybdaena) und **Reißbley** (Plumbago) ſind keine Halbmetalle, ſondern vielmehr verbrennliche Subſtanzen, welche etwas Eiſen enthalten. **Scheele** fand in dem erſten eine beſondere mit Schwefel überſetzte Säure, im letztern viel Brennbares und fixe Luft.

Von dem neuen Metalle, welches **Scheele** und **Bergmann** aus dem Tungſtein, die Gebrüder **de Luyart** aber aus dem Wolfram gezogen haben, werde ich bey dem Worte: **Metalle**, etwas anführen.

Macquer chym. Wörterb. mit Hrn. **Leonhardi** Anm. Art. Halbmetalle, Braunſtein.

Halbleiter, unvollkommne Leiter der Elektricität, ſchlechte Leiter, Conductores electricitatis

deterioris conditionis, *Conducteurs imparfaits.* Materien, welche die Elektricität nicht anders, als mit merklicher Schwierigkeit, leiten. Die Grenzen der urſprünglich elektriſchen Körper und der Leiter laufen ſo in einander, daß es einige giebt, in welchen ſich in der That eine urſprüngliche Elektricität erregen läßt, und die doch zu gleicher Zeit in einigem Grade leiten, ſ. **Elektriſche Körper, Leiter.** Dieſes ſind die ſchlechteſten aus beyden Claſſen, z. B. trocknes, nicht gedörrtes Holz, trockne und reine Marmor- und Alabaſterplatten, Achat, Chalcedon, Elfenbein, Schildpatt, mit Leinöl imbibirtes oder überkalktes Holz, trocknes Leder, Pergamen, Papier ꝛc. Dieſe Halbleiter ſind durch **Volta's** Erfindung des Condenſators der Elektricität merkwürdig geworden, ſ. **Condenſator der Elektricität.**

Halbſchatten, Penumbra, *Penombre.* Wenn ein leuchtender Körper nicht als ein bloßer Punkt angeſehen werden kan, ſondern eine merkliche Größe hat, ſo haben die Schatten, welche dunkle von ihm erleuchtete Körper ihm gegenüber werfen, keine genau begrenzten Umriſſe, ſondern verlaufen ſich unvermerkt und allmählich aus dem Dunkeln ins Helle. Der blaſſe, den völligen Schatten umgebende, Streif heißt alsdann der **Halbſchatten.**

Man ſetze, Taf. X. Fig. 50. ſey AB ein lothrecht ſtehender von der Sonne ST beſchienener Stab, auf dem wagrechten Boden DE. Dieſer wird der Sonne gegenüber den Schatten Ac werfen. Es hat aber die Sonne eine merkliche ſcheinbare Größe, und ihr Durchmeſſer ST erſcheint aus B, der Spitze des Stabs, unter dem Winkel SBT, welcher ohngefähr 31 Minuten beträgt. Könnte man die Sonne als den bloßen Punkt T anſehen, ſo würde T in allen Punkten zwiſchen A und c verdeckt, denen von c gegen E liegenden aber ſichtbar ſeyn, d. i. der Schatten würde genau bis c reichen. Wegen der Größe des Sonnendurchmeſſers aber bekömmt ſchon der Punkt C Licht von S, und alſo erhalten alle zwiſchen Cc liegende Punkte Licht von einem deſto größern Theile der Sonne, je näher

ſie an c liegen, bis endlich c von der ganzen Sonnenſchei-
be erleuchtet wird. Daher hört der völlige Schatten
bey C ſo auf, daß die Dunkelheit nach und nach abnimmt,
und erſt bey c in völliges Licht übergeht. So iſt Cc die
Länge des **Halbſchattens**. Dieſe Länge kan durch trigo-
nometriſche Rechnung gefunden werden, wenn die Höhen
des obern und untern Sonnenrandes, oder die Winkel C
und c, und die Höhe des Stabs AB, gegeben ſind. Sie iſt
alsdann = AB × (cotang. c — cot. C), und wird deſto
geringer, je größer die Winkel C und c ſind, d. i. je höher
die Sonne ſteht. Daher iſt der Mittag die ſchicklichſte
Zeit für Meſſungen von Höhen oder Sonnenhöhen vermit-
telſt des Schattens, welche durch den Halbſchatten unſicher
gemacht werden.

Die dunkeln Himmelskörper, z. B. Erde und Mond,
werfen der Sonne gegenüber den Schatten EFH, Taf.
IX. Fig. 27., welcher ringsum mit dem Halbſchatten
EIKF umgeben iſt. Dieſer Halbſchatten begreift die
Punkte in ſich, welchen nur ein Theil der Sonne vom dun-
keln Körper verdeckt wird. Nahe am ganzen Schat-
ten EFH, z. B. bey t und r iſt die Dunkelheit groß, und
verläuft ſich nach und nach ins völlige Licht bey L und M.
Der Halbſchatten der Erdkugel macht die Beobachtungen
der Mondfinſterniſſe ſehr unſicher, ſ. **Finſterniſſe**.
Ueber die Grade der Dunkelheit in verſchiedenen Stellen
des Halbſchattens hat **de la Hire** (Mém. de Paris. 1711.)
Unterſuchungen angeſtellt.

Es kommen aber bey den Halbſchatten der Körper die
Erfahrungen nicht mit der geometriſchen Theorie überein.
Die Urſache davon iſt die Beugung derjenigen Lichtſtralen,
welche an den Rändern der dunkeln Körper hinfahren und
den Halbſchatten begrenzen, ſ. **Beugung des Lichts**.
Der Theorie nach ſollten z. B. die Halbſchatten von beyden
Seiten eines cylindriſchen Körpers an der Sonne erſt in
einer Entfernung von 110 Dicken des Cylinders in der Mit-
te des ganzen Schattens zuſammen kommen, weil die Co-
tangente von 31 Minuten = 110,8 iſt; nach **Maraldi's**
Verſuchen aber (Mém. de Paris. 1723.) kommen ſie ſchon

in einer Entfernung von 38 — 45 Dicken zuſammen. Dies nennt Maraldi den **falſchen Halbſchatten** (*pénombre fauſſe*).

Hart, Durum, *Dur.* **Hart** heißt ein Körper, wenn ſich ſeine Geſtalt, d. i. die Lage ſeiner Theile gegen einander durch keinen Druck oder Stoß ändern läßt. Im Gegentheil heißt der Körper **weich**, wenn er Aenderungen ſeiner Geſtalt zuläßt, und dieſe geänderte Geſtalt auch behält; **elaſtiſch** aber, wenn er zwar die Geſtalt ändern läßt, aber nach aufhörendem Drucke oder Stoße die vorige wieder annimmt. Nun zeigt die Erfahrung, daß alle zuſammengeſetzte Körper Aenderungen ihrer Geſtalt zulaſſen. Daher giebt es unter ihnen keinen **vollkommen** oder **abſolut harten** Körper, und das Wort Hart drückt insgemein einen blos relativen Begriff aus: wir nennen diejenigen Körper hart, welche zu Aenderung ihrer Geſtalt eine große Kraft, oder mehr Kraft als andere, erfordern. So heißt ein Stein hart, wenn er mit dem Stahle Feuer giebt, d. i. wenn zu Trennung ſeiner Theile eine Kraft erfordert wird, welche zugleich vermögend iſt, die Theile des Stahls zu trennen u. ſ. w.

Wenn man ſich Atomen, oder erſte untheilbare Elemente der Materie gedenken will, ſo müſſen dieſelben unſtreitig **vollkommen hart** angenommen werden. Denn da ſie keine weitern Theile haben ſollen, ſo läßt ſich der Begriff von Aenderung der Lage der Theile auf ſie gar nicht anwenden; ſie können daher weder weich noch elaſtiſch gedacht werden. Alſo ſcheinen doch die Atomen vollkommen hart zu ſeyn, wenn es auch die zuſammengeſetzten Körper nicht ſind; und die Härte gehört wenigſtens unter die hypothetiſchen Eigenſchaften der Materie.

Johann Bernoulli aber (Diſcours ſur le mouvement, in Opp. To. III. no. 135. ch. I.) hat aus Urſachen, welche ſich auf die Geſetze des Stoßes und der Stetigkeit gründen, auch den erſten Theilen der Materie die Härte abgeſprochen, ſ. **Stetigkeit**. Es kömmt hiebey freylich auf den Begriff an, den man ſich von der Materie über-

haupt machen will; wenn man aber ſonſt Urſachen hat, Atomen anzunehmen, die doch der Natur der Sache nach hart gedacht werden müſſen, ſo iſt das Geſetz der Stetigkeit allein nicht hinreichend, dieſen Begriff umzuſtoßen, weil es ſich blos auf Induction aus den Phänomenen gründet, und vielleicht manche Ausnahmen leiden kan, wenn man auf die erſten Urſachen der Dinge zurückgeht.

Was die Härte der zuſammengeſetzten Körper betrifft, ſo iſt dieſelbe, im gewöhnlichen Sinne genommen, eine Folge des Zuſammenhangs ihrer Theile, und beruht alſo mit dieſem auf einerley Gründen, ſ. **Cohäſion.**

Harze, Reſinae, *Reſines* Die Harze ſind im Waſſer unauflößliche verbrennliche Subſtanzen, welche in der Kälte brüchig, wie Glas, ſind, bey gelinder Wärme weich werden, und bey größerer Hitze ſo zähe fließen, daß ſie ſich zu Fäden ziehen laſſen. Sie werden aus den Bäumen und Pflanzen, aus welchen ſie ausſchwitzen, geſammelt, zum Theil auch, wie das Pech, durch Feuer mit Gewalt herausgetrieben oder durch Auflöſung im Weingeiſte abgeſchieden. Viele Bäume, Wurzeln und Pflanzen ſind ganz damit angefüllt. Die gemeinen Harze werden zu Fackeln und Verpichung der Fäſſer, Schiffe und Kähne, die feinern durchſichtigen zu Bereitung der Firniſſe, die aus der Jalappe, dem Scammonium u. a. in der Arzneykunſt, die Benzoe und der Storax zum Räuchern gebraucht. Die bey der gewöhnlichen Temperatur ſchon flüßigen heißen Balſame. Das **elaſtiſche** oder **Federharz** (Reſina elaſtica, *Caoutchouc*) entſteht durch Eintrocknen eines milchweißen Safts, der in Guiana, Quito, Cayenne und Isle de France aus dem Baume **Heve** läuft (ſ. *Juliaans* Diſſ. de reſina elaſtica Cayennenſi, Traj. ad Rhen. 1780. 4. im Auszuge in den leipziger Sammlungen zur Phyſik und Naturg. II. B. 6. St.). Das gemeine Harz wird auch als ein Nicht-leiter in mancherley Abſichten beym elektriſchen Apparat gebraucht.

Macquer chym. Wörterbuch, Art. Harze, und Leonhardi in der Anm. zu dem Art. Oel.

Harzelektricität, negative oder Minus-elektricität, Electricitas reſinoſa ſ. negativa, *Electricité reſineuſe ou negative.* Diejenige Elektricität, welche das gemeine Harz oder Pech, Siegellack ꝛc. durch Reiben mit der Hand, Haſenbalg, Leder und den meiſten andern Subſtanzen erhält. Sie iſt, nach du Fay's Entdeckung, derjenigen Elektricität, die das glatte Glas durch Reiben mit eben dieſen Subſtanzen erhält, entgegengeſetzt, ſo daß ein elektriſirter Körper, welchen das geriebene Harz anzieht, in eben dem Zuſtande vom geriebenen Glaſe abgeſtoßen wird. **Franklin** und überhaupt alle, welche nur eine einzige elektriſche Materie annehmen, erklären die Harzelektricität aus dem **Mangel** dieſer Materie, und nennen ſie daher die negative oder Minus-elektricität, ſ. **Elektricität,** unter dem Abſchnitte: **Entgegengeſetzte Elektricitäten.**

Haſpel, ſ. **Rad an der Welle.**

Hauptgegenden, Cardinalpunkte, Plagae cardinales, Cardines mundi, *Points cardinaux.* Die vier Punkte, in welchen der Horizont vom Mittagskreiſe und Aequator durchſchnitten wird. Weil die beyden letztern Kreiſe auf einander ſenkrecht ſtehen, alle drey aber größte Kreiſe ſind, ſo wird der Horizont durch dieſe vier Durchſchnittspunkte in vier gleiche Theile oder Quadranten getheilt. Wo ihn der Mittagskreis ſchneidet, da liegen der **Mittags-** und **Mitternachtspunkt,** der letztere nach der Gegend des bey uns ſichtbaren Weltpols zu, der erſte dieſem gegenüber. Eine Linie von einem zum andern gezogen, heißt die **Mittagslinie.** Der Aequator aber beſtimmt durch ſeine Durchſchnitte mit dem Horizonte den **Morgen-** und **Abendpunkt** ſo, daß dem gegen Mittag gekehrten Zuſchauer der Morgen zur Linken und der Abend zur Rechten liegt. Dieſe vier Punkte führen auch die Namen: **Nord, Süd, Oſt** und **Weſt,** unter welchen bisweilen nicht allein die Punkte ſelbſt, ſondern auch die um ſie herumliegenden Gegenden der Himmelskugel verſtanden werden, ſ. **Weltgegenden.**

Hebel, Vectis, *Levier*. Wenn man ſich an einer feſten unbiegſamen Verbindung von Körpern drey Punkte gedenken kan, um deren einen, den **Ruhepunkt**, die ganze Verbindung ſich drehen läßt, indem an den beyden andern Punkten zwo Kräfte einander entgegen wirken, ſo heißt dieſe Verbindung ein **Hebel**. Ein Beyſpiel hievon giebt der Wagbalken, deſſen Ruhepunkt in der Mitte liegt, indeß die Gewichte in beyden Wagſchalen den Balken ſelbſt nach entgegengeſetzten Richtungen umzudrehen ſtreben. Der Hebel iſt die einfachſte unter allen Maſchinen, und ſeine Theorie liegt bey der Betrachtung aller übrigen zum Grunde.

Wenn man die Materie des Hebels nebſt ihrem Gewichte bey Seite ſetzt, und ſich die genannten drey Punkte blos durch mathematiſche Linien verbunden denkt, ſo heißt dieſe Verbindung ein **mathematiſcher**, und wenn alle drey Punkte in einer geraden Linie liegen, ein **geradlinigter mathematiſcher Hebel**, wie ACB Taf. X. Fig. 51., CAB Fig. 52. und CBA Fig. 53. Der Ruhepunkt C heißt auch der **Bewegungs-** oder **Umdrehungspunkt** (centrum motus, *point d'appui*), und das, worauf der Hebel in C liegt, die **Unterlage** (hypomochlium). In manchen Fällen, wie bey Fig. 52. wird es eine Ueberlage; oder es iſt eigentlich als ein **Zapfen** anzuſehen, um den ſich der Hebel dreht, ohne auf- und abwärts weichen zu können.

Liegt der Ruhepunkt C **zwiſchen** den beyden andern Punkten A und B, an welchen die Kräfte angebracht ſind, wie bey Fig. 51., ſo heißt dies ein **Hebel der erſten Art**, ein **doppelarmichter** oder **zweyſeitiger Hebel** (vectis heterodromus), bey deſſen Bewegung die Kräfte nach verſchiedenen Seiten gehen, z. B. D fällt, wenn E ſteigt. Befindet ſich aber der Ruhepunkt C an einem Ende wie Fig. 52. und 53., ſo iſt es ein **Hebel der andern Art**, ein **einarmichter**, **einſeitiger Hebel** (vectis homodromus), bey deſſen Bewegung beyde Kräfte nach einerley Seite gehen. Hier iſt nemlich in A eine aufwärts ziehende Kraft D angebracht, welche zugleich mit E ſteigen und ſinken muß.

Unnöthiger Weiſe nehmen einige, z. B. **Wolf**, noch einen Hebel der dritten Art, oder **Wurfhebel** an. Sie unterſcheiden nemlich die Kraft von der Laſt, geben blos dem Falle Fig. 53., wo die Laſt in der Mitte iſt, den Namen der zweyten Art, und führen Fig. 52., wo ſich die Kraft in der Mitte befindet, als die dritte Art, auf. Es iſt aber dieſe Abtheilung ganz überflüßig, weil Kraft und Laſt blos bey der Ausübung unterſchieden, in der Theorie aber zuſammen als zwo entgegengeſetzte Kräfte betrachtet werden müſſen.

Geſetz des Gleichgewichts der Kräfte am Hebel.

Am geradlinigten mathematiſchen Hebel ſtehen ſenkrecht wirkende Kräfte D und E im Gleichgewichte, wenn ſie ſich verkehrt, wie ihre Entfernungen oder Abſtände vom Ruhepunkte (ſ. Entfernung einer Kraft vom Ruhepunkte) d. i. wie CB : CA, verhalten. So wird z. B. der Hebel Fig. 53. im Gleichgewicht ſtehen, wenn das in der Entfernung CB angebrachte Gewicht E doppelt ſo groß iſt, als die in der doppelten Entfernung CA aufwärts ziehende Kraft D.

Dieſes Geſetz des Gleichgewichts der Kräfte am Hebel, auf welchem die ganze Statik und Maſchinenlehre beruht, war ſchon in den älteſten Zeiten bekannt, und wird bereits vom **Archimedes** (De aequiponderantibus Lib. I. Prop. VI. in *Archimedis* Opp. per *Iſaacum Barrow*, Lond. 1675. 4. ingl. Archimedis Kunſtbücher, verteutſcht von J. C. Sturm Nürnberg, 1670. fol. Erſtes Buch: Von der Flächen Gleichwichtigkeit) aus der Lehre vom Schwerpunkte erwieſen. Man findet den archimedeiſchen Beweis mit einiger Abänderung in den wolfiſchen Anfangsgründen der Mechanik, und bey vielen ältern mechaniſchen Schriftſtellern. Archimed hatte ihm die Wendung gegeben, daß er zeigte, es ſey kein Grund da, warum ſich der Hebel unter der Bedingung, die das Geſetz enthält, auf die eine Seite eher, als auf die andere, drehen ſollte, daher er ſich gar nicht drehe. Man hat deswegen geſagt, daß Herr von

Leibnitz ſeinen Satz des zureichenden Grundes aus dieſen Büchern des Archimedes entlehnt habe.

Es iſt aber dieſer archimedeiſche Beweis, wie ſchon **Barrow** bemerkt, darum unzulänglich, weil dabey unerwieſen angenommen wird, der Schwerpunkt bleibe einerley, man möge Körper verbinden oder trennen. Daher ſuchte **Descartes** (Tract. de Mechanica, in Opuſc. poſth. Amſtel. 1701. 4.) die ganze Statik aus dem neuen Grundſatze herzuleiten, daß das wahre Vermögen einer bewegenden Kraft dem Produkte der bewegten Maſſe in ihre Geſchwindigkeit gleich ſey. Bewegt ſich nemlich der **Hebel** ACB, Taf. X. Fig. 54. mit den Körpern A und B um den Ruhepunkt C bis in die Lage aCb, ſo verhalten ſich die bewegten Maſſen, wie A:B, die Geſchwindigkeiten, wie die in gleicher Zeit von ihnen durchlaufenen Räume oder Bogen Aa und Bb. Dieſe Bogen aber, als ähnliche, welche die beyden gleichen Winkel ACa und BCb meſſen, verhalten ſich wie ihre Halbmeſſer CA und CB, daher CA:CB das Verhältniß der Geſchwindigkeiten iſt. Alſo ſind nach dem Satze des **Descartes** die Kräfte, mit denen ſich A und B bewegen, wie $A \times CA : B \times CB$. Iſt nun $A : B = CB : CA$, ſo folgt

$$A \times CA = B \times CB$$

oder die bewegenden Kräfte ſind einander gleich, ſuchen aber den Hebel auf entgegengeſetzte Seiten zu drehen, daher er nach dem allgemeinen Satze des Gleichgewichts in Ruhe bleiben muß. Dieſer allerdings ſehr ſcharfſinnige Beweis, der eigentlich darauf beruht, daß es gleichen Aufwand von Kraft erfordert, 1 Pfund 2 Schuh hoch, und 2 Pfund in gleicher Zeit 1 Schuh hoch zu heben u. ſ. w. bleibt doch den Einwendungen ausgeſetzt, daß das carteſianiſche Maaß der bewegenden Kräfte für einen Grundſatz nicht Evidenz genug hat, und daß im Gleichgewichte, wo der Hebel ſtill ſteht, gar keine Geſchwindigkeit betrachtet werden kan. Wenn gleich auf letzteres die Carteſianer antworten, es ſey doch beym Gleichgewichte Kraft, oder Streben nach Bewegung mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit (ſollicitatio ad motum, velocitas virtualis) vorhanden, die man in

dieſem Falle ſtatt der wirklichen Geſchwindigkeit ſetzen könne, ſo entkräftet doch die Einwendung noch immer die mathematiſche Schärfe dieſer Demonſtration.

Newton (Princip. L. I. Axiom. 3. Coroll. 2.) leitet das Geſetz des Gleichgewichts am Hebel aus der Lehre von Zuſammenſetzung der Kräfte her, und **Varignon** (Nouvelle Mecanique ou Statique, à Paris, 1725. 4.) hat auf dieſe Lehre die ganze Statik und Mechanik gebaut. **Johann Bernoulli** aber (Variae prop. mechanico-dynamicae, Opp. To. IV. no. 177. §. V.) behauptet, es müſſe vielmehr die Lehre von der Zuſammenſetzung der Kräfte auf die Theorie des Hebels gegründet werden, wenn man einen Cirkel im Beweiſen vermeiden wolle. Bey dieſen Unvollkommenheiten der Beweiſe des erſten ſtatiſchen Grundgeſetzes ſagte **d'Alembert** mit Recht (Traité de Dynamique, à Paris, 1743. 4. préface), man ſey mehr bemüht geweſen, das Gebäude der Mechanik zu vergrößern, als deſſen Eingange Licht zu geben; man habe den Bau immer fortgeſetzt, ohne für die gehörige Feſtigkeit des Grundes zu ſorgen. Herr Hofrath **Käſtner** (Vectis et compoſitionis virium theoria evidentius expoſita, Lipſ. 1753. 4.) hat endlich dieſem Mangel abgeholfen, und einen völlig ſcharfen Beweis für das Geſetz des Hebels gegeben, nach deſſen wiederholter Bekanntmachung er erſt einige ähnliche Betrachtungen in des **de la Hire** Mechanik fand. Ich will dieſen Beweis hier in möglichſter Kürze mittheilen.

Wenn an dem doppelarmichten Hebel die beyden auf ihn ſenkrecht wirkenden Kräfte gleich groß und gleich weit vom Ruhepunkte entfernt ſind, ſo kan keine von beyden die andere überwinden. Denn eben die Urſachen, welche der einen das Uebergewicht geben könnten, gelten auch von der andern; folglich heben ſich beyde Kräfte auf, und es entſteht ein Gleichgewicht. Dieſer Satz hat Evidenz genug für einen Grundſatz. Die Unterlage C, Taf. X. Fig. 51. hat in dieſem Falle die Summe von D und E, oder D zweymal zu tragen. Wenn alſo anſtatt der Unterlage nur eine Kraft nach der Richtung CF zöge, die der Kraft D oder E zweymal

genommen, gleich wäre, ſo würde dieſe den Hebel tragen, und alles würde ruhen.

Nun nehme man an dieſem Hebel das Gewicht D weg, und befeſtige dagegen den Punkt A ſo, daß er weder aufwärts noch unterwärts weichen kan, ſo wird ſich der doppelarmichte Hebel in den einarmichten Taf. X. Fig. 52. verwandeln, wo die Kraft AD = 2 E oder doppelt ſo groß, als die in B angebrachte, B aber noch einmal ſo weit vom Ruhepunkte C entfernt iſt, als A; und wo ſich unter dieſen Umſtänden die einfache und die doppelte Kraft das Gleichgewicht halten.

Aber, wenn man nun dieſen einarmichten Hebel jenſeits der Unterlage um das Stück CF, Fig. 55., verlängerte, das dem Stücke CA gleich wäre, ſo würden unſtreitig zwey Pfund an F gehenkt eben ſo ſtark unterwärts nach der Richtung FG ziehen, als zwey Pfund in A, die nach der Richtung AD zögen. Aber die leztern zwey Pfund ſtehen im Gleichgewichte mit einem Pfunde, das noch einmal ſo weit vom Ruhepunkte in B ziehet: alſo halten auch zwey Pfund und ein Pfund am doppelarmichten Hebel einander das Gleichgewicht, wenn das eine Pfund E zweymal weiter vom Ruhepunkte C entfernt iſt, als die zwey Pfund G am andern Arme.

Eben ſo kan man weiter ſchließen, daß in beyden Arten des Hebels das dreyfache Gewicht dem einfachen das Gleichgewicht hält, wenn das einfache dreymal weiter vom Ruhepunkte entfernt iſt; das vierfache dem einfachen, wenn dieſes viermal weiter entfernt iſt u. ſ. w. Ueberhaupt alſo, daß das n fache Gewicht dem einfachen das Gleichgewicht hält, wenn das einfache n mal weiter vom Ruhepunkte abſteht, als das n fache.

Wenn ſich endlich die Kräfte D und E Taf. X. Fig. 56. überhaupt, wie m : n, und ihre Entfernungen CA und CB, wie n : m, verhalten, ſo nehme man CP ſo groß, daß es in CA n mal, in CB m mal enthalten iſt, und ſtelle ſich bey P ein angehangnes Gewicht L = n. D = m. E, und eine eben ſo große aufwärts nach PQ gerichtete Kraft vor. Beyde halten einander ungezweifelt das Gleichgewicht.

Aber die Kraft nach PQ hält auch mit D das Gleichgewicht, weil ſie n mal größer als D, dafür aber D n mal entfernter vom Ruhepunkte C iſt: und das Gewicht L hält mit E das Gleichgewicht, weil es m mal größer als E, dafür aber E m mal weiter entfernt von C iſt. Mithin müſſen ſich auch D und E ſelbſt das Gleichgewicht halten. Da ſich jedes Verhältniß durch zwo ganze Zahlen ausdrücken läßt, welche für m und n geſetzt werden können, ſo gilt dieſer Beweis bey jedem Verhältniſſe der Kräfte, und es erfolgt überhaupt ein Gleichgewicht am Hebel der erſten Art, **wenn ſich die Kräfte verkehrt, wie die Entfernungen vom Ruhepunkte, verhalten.**

Daß aber dieſer Satz auch vom einarmichten Hebel gelte, erhellet ſogleich, wenn man Cb = CB nimmt, und für E eine an b aufwärts nach b e ziehende Kraft = E ſubſtituirt. Es bleibt hiebey alles in Ruhe, weil die Kraft E bey b eben ſo auf die Umdrehung des Hebels wirkt, als das Gewicht E in der gleichgroßen Entfernung CB wirkte. Daher iſt die Kraft bey b mit D im Gleichgewicht, wenn ſie ſich zu D wie n:m, ihre Entfernung Cb aber zur Entfernung CA, wie CB zu CA, d. i. wie m:n verhält. So iſt das Geſetz des Gleichgewichts für beyde Arten des Hebels erwieſen.

Dieſer Theorie zufolge ſteht ein Pfund mit tauſend Pfunden im Gleichgewichte, wenn der Arm des mathematiſchen Hebels, woran das eine Pfund wirkt, tauſendmal länger, als der andere Arm, iſt. Unter dieſen Umſtänden muß ſogar ein Pfund Kraft mit einem hinzukommenden geringen Zuſatze eine Laſt von 1000 Pfunden in **Bewegung** ſetzen können. **Athenäus** (Deipnoſophiſticorum L. V.) erzählt, Archimed habe durch Maſchinen den König Hieron mit ſeiner Hand ein Schiff bewegen laſſen, und ihm, da er ſein Erſtaunen bezeugt habe, geantwortet: Gieb mir einen Standpunkt, ſo will ich die Erde bewegen. Dieſer kühne Ausſpruch hält zwar keine genaue Prüfung aus (ſ. *Sturm* Diſſ. Terra machinis immota, Altorf. 1691. 4), iſt aber doch im gehörigen Sinne genommen in ſofern richtig, als die

Theorie an ſich den Verſtärkungen der Kräfte durch den Hebel gar keine Grenzen ſetzt.

Wenn ſich die Kräfte verkehrt, wie ihre Entfernungen vom Ruhepunkte verhalten, ſo muß das Product der einen Kraft in ihre Entfernung, dem Producte der andern in die ihrige gleich ſeyn. Man nennt daher dieſes Product das **Moment** (momentum ſtaticum), und drückt das Geſetz des Gleichgewichts am Hebel auch ſo aus: **Wenn die Momente auf beyden Seiten gleich ſind, ſo erfolgt ein Gleichgewicht**, und wenn ein Gleichgewicht erfolgen ſoll, ſo müſſen die Momente gleich ſeyn.

Wird der im Gleichgewichte ſtehende Hebel bewegt, wie Taf. X. Fig. 54., ſo verhalten ſich die Wege, welche die Kräfte in gleichen Zeiten zurücklegen, wie die Arme des Hebels CA und CB, d. i. verkehrt, wie die Kräfte ſelbſt. Ein Pfund alſo, das vier Pfund bewegt, muß vier Schuh weit gehen, indem die vier Pfund nur einen Schuh durchlaufen; es muß ſich alſo viermal ſo geſchwind bewegen. Je geringer die Kraft iſt, womit die Laſt bewegt wird, deſto größer muß die Geſchwindigkeit der Kraft gegen die Geſchwindigkeit der Laſt ſeyn. Man drückt dieſen Satz ſo aus: **Soviel man an Kraft gewinnt, ſoviel verliert man an Geſchwindigkeit.** Dies iſt ein allgemeines Geſetz der Maſchinenlehre, und wer 100 Pfund mit 1 Pfund heben will, muß die Kraft durch 100 Schuhe gehen laſſen, wenn die Laſt um 1 Schuh gehoben werden ſoll.

Schiefer Zug der Kräfte.

Alles Bisherige iſt nur von Kräften erwieſen worden, welche ſenkrecht an den Armen des Hebels wirken. Jetzt aber ziehe eine Kraft K, Taf. XI. Fig. 57. an dem Hebel CB unter dem **ſchiefen** Winkel CBK. Wenn man aus dem Ruhepunkte C auf die Richtung der Kraft BK das Perpendikel CP fället, und ſich vorſtellet, das rechtwinklichte Dreyeck CPB könne um C gedrehet werden, ſo wird die Kraft K, bey P an die Linie CP angebracht, an dieſer Linie mit dem **Momente** $K \times CP$ wirken. Sobald ſie aber CP dreht, dreht ſie zugleich das ganze Dreyeck CPB

eben ſo ſtark mit, daher auch die Linie CB. Alſo iſt das Moment, womit ſie auf die Umdrehung von CB wirkt, auch = K × CP. Es iſt aber ganz einerley, ob die Kraft K bey P angehangen und durchs Dreyeck CBP mit B verbunden, oder ob ſie unmittelbar an B angebracht iſt. Daher wird das Moment, für den ſchiefen Zug BK an B, durch das Product der Kraft in die aus dem Ruhepunkte auf die Richtungslinie der Kraft gefällte Perpendicularlinie CP ausgedrückt. Verſteht man nun, wie dies in der Statik gewöhnlich iſt, unter dem Worte: **Entfernung vom Ruhepunkte** dieſe Perpendicularlinie aus C auf die Richtung der Kraft BK, (ſ. **Entfernung einer Kraft vom Ruhepunkte**), ſo wird auch für den ſchiefen Zug das Moment dem Producte der Kraft in die Entfernung gleich, und ſo gelten alle für den ſenkrechten Zug erwieſene Sätze auch für den ſchiefen.

So werden am Hebel ACB, Taf. XI. Fig. 58. die ſchiefziehenden Kräfte D und E im Gleichgewichte ſeyn, wenn ſie ſich verkehrt, wie die Perpendikel Ca und Cb, die aus C auf ihre Richtungslinien AD und BE gefällt worden, d. i. wie ihre Entfernungen, verhalten. Denn ihre Momente ſind D × Ca und E × Cb; und das Gleichgewicht erfolgt, wenn dieſe gleich ſind, oder wenn

$$D : E = Cb : Ca.$$

Wenn man beyder Kräfte Richtungen ſo weit verlängert, bis ſie ſich I ſchneiden, ſo giebt die Linie CI die Richtung an, nach welcher die Unterlage gedrückt wird, die **mittlere Richtung der Kräfte**. Verlängert man AI und CI ein wenig, und zieht, wo man will, ed mit BI parallel, ſo bildet Ied ein Dreyeck, deſſen drey Seiten den Richtungen der äußern Kräfte und der mittlern parallel laufen, und deſſen Seiten Id, de und eI ſich, wie die Kräfte D, E und der Widerſtand der Unterlage, verhalten. Dies hängt mit **Stevins** Satze vom Gleichgewichte dreyer Kräfte zuſammen; ſ. **Gleichgewicht**.

Weil der Perpendikel Ca = CA. ſin. A, alſo das Moment der Kraft D = D. CA. ſin. A iſt, und ſich daher, wenn D und CA einerley bleiben, wie der Sinus von A, ver-

hält, ſo folgt, daß eine Kraft am Hebel mehr vermöge, wenn ſie ſenkrecht, als wenn ſie ſchief angebracht iſt. Beym ſenkrechten Zuge nemlich iſt A ein rechter Winkel, daher ſein Sinus dem Sinustotus gleich und größer, als in jedem Falle, wo A ein ſchiefer Winkel iſt.

Daß alle dieſe Sätze auch vom **Winkelhebel**, oder **gebrochnen Hebel**, vom **krummlinigten Hebel**, und von jeder Verbindung gelten, in welcher ſich drey Punkte für Ruhepunkt und zwo entgegengeſetzte Kräfte denken laſſen, erhellet daraus, weil in allen dieſen Fällen die ganze Ebne, in welche ſich dieſe Punkte bringen laſſen, von jeder Kraft mit eben dem Momente und eben ſo ſtark um den Ruhepunkt gedrehet wird, als wenn dieſe Kraft an einer auf ihre Richtung ſenkrechten Linie durch den Ruhepunkt wirkte, woraus die Schlüſſe eben ſo, wie beym ſchiefen Zuge, folgen, ſ. **Winkelhebel**. Das angeführte Geſetz des Gleichgewichts iſt alſo allen mathematiſchen Hebeln gemein.

Phyſiſcher Hebel.

Wird das Gewicht des Hebels ſelbſt mit in Betrachtung gezogen, wie dies allerdings in der Ausübung geſchehen muß, ſo heißt der Hebel ein **phyſiſcher**. Man kan ihn als ein neues Gewicht anſehen, das im Schwerpunkte des Hebels angebracht wäre, ſ. **Schwerpunkt**, deſſen Moment beſonders berechnet, und zu dem Momente der Seite, auf die es fällt, hinzugeſetzt werden muß. Sind alsdann die Momente beyder Seiten gleich, ſo ſteht der phyſiſche Hebel im Gleichgewichte.

Wäre z. B. Taf. XI. Fig. 59. der Hebel ACB 10 Pfund ſchwer, und 6 Schuhe lang, bey C, einen Schuh weit von A, durch eine Unterlage geſtützt, in A mit 300, und in B mit 56 Pfund beſchwert, ſo würde man ſich ſein ganzes Gewicht von 10 Pfunden in ſeiner Mitte, oder im Schwerpunkte V beyſammen gedenken, und ihn übrigens als einen mathematiſchen Hebel betrachten können. Dann wären die Momente linker Hand $= 300 \times 1$; rechter Hand $= 56 \times 5 + 10 \times 2 = 300$, alſo der Hebel im Gleichgewichte.

Sollte eben dieſer Hebel, wie Taf. XI. Fig. 60. als einer der zweyten Art gebraucht, und bey A, einen Schuh weit von C mit 300 Pfund beſchwert werden, ſo müßte am andern Ende B eine Kraft von 55 Pfund aufwärts ziehen, um das Gleichgewicht zu bewirken. Denn ſo wären die herabwärts wirkenden Momente = 300. 1 + 10. 3 = 330; das aufwärts wirkende = 55. 6 = 330, alſo beyde gleich groß. So läßt ſich aus den ſechs Stücken: Größe beyder Kräfte, Entfernung derſelben, Gewicht des Hebels, Abſtand ſeines Schwerpunkts vom Ruhepunkte, ein jedes finden, wenn die fünf übrigen gegeben ſind, wozu in den Lehrbüchern der Statik umſtändliche Anweiſungen vorkommen.

Sind aber bey noch unbekanntem Ruhepunkte die Kräfte und ihre Stellen nebſt dem Gewicht und Schwerpunkte des Hebels gegeben, ſo findet man daraus den Ort des Ruhepunkts, wenn man nach der beym Worte: **Schwerpunkt** mitgetheilten Regel den **gemeinſchaftlichen Schwerpunkt** des Hebels und der beyden Kräfte ſucht. Dieſer Schwerpunkt iſt alsdann der Ruhepunkt.

Der Hebel iſt das einfachſte, und eben darum auch eines der wirkſamſten Rüſtzeuge. Das Reiben beträgt bey ihm nur wenig, und die Kraft kan daher faſt eben ſo viel ausrichten, als die Theorie angiebt, welches ſich kaum von irgend einer andern Maſchine ſagen läßt. Eine ſeiner nützlichſten Anwendungen iſt die Wage, ſ. **Wage.** Die Arten, den einfachen Hebel als Rüſtzeug zu Verſtärkung der Kraft zu gebrauchen, ſind unzählbar, und fallen bey einiger Aufmerkſamkeit überall in die Augen, wo man Menſchen arbeiten ſieht. In ſeiner ganz einfachen Geſtalt iſt er unter dem Namen des **Hebebaums** bekannt.

Die größte Unbequemlichkeit beym Gebrauche des einfachen Hebels iſt, daß man die Laſt durch ihn nicht hoch heben kan, weil ſein kürzerer Arm nur Kreisbogen von einem ſehr kleinen Halbmeſſer beſchreibt, und alſo die Laſt kaum um die Größe eines ſolchen Halbmeſſers erhebt. Dieſer Unbequemlichkeit abzuhelfen, hat man Vorrichtungen erfunden, wo ein Hebel auf abwechſelnden Unterlagen ruhen kan, von denen die folgende immer höher liegt, als die

vorhergehende, wobey der Hebel mit der daran befindlichen Laſt ſtufenweis von einer zur andern gebracht wird. Oder man verſieht ſeinen kurzen Arm mit Bügeln, die in eine gezahnte Stange einfallen, und dieſe mehreremale nach einander, jedesmal um einen Zahn, höher heben. Dieſe Vorrichtungen begreift man zuſammen unter dem Namen der **Hebladen**. Sie werden zum Erſtenmale bey einem franzöſiſchen Schriftſteller (Recreations mathematiques, Rouen, 1634. Part. II. Probl. 21.) unter dem Namen: *Levier ſans fin*, und aus demſelben beym **Schwenter** (Mathematiſche Erquickſtunden, Nürnb. 1651. 4. Funfzehnter Theil, 23 Aufg.) ſehr undeutlich erwähnt, von **Leupold** aber (Theatr. machinarium, Cap. V. Taf. 16. 17.) deutlich beſchrieben und abgebildet. Beſondere Hebladen, Bäume umzuſtürzen und Wurzelſtöcke aus der Erde zu reißen, beſchreiben **Böſe** (Hebmaſchine, Göttingen, 1771. 8.), **Polhem** (Abhdl. der ſchwed. Akad. der Wiſſ. XVIII. B. der Ueberſ. S. 193.) und **Silberſchlag** (Cloſter-Bergiſche Verſuche, Berlin, 1768. 6 Verſ. S. 169.).

Außerdem findet der Gebrauch des Hebels und die Anwendung ſeiner Geſetze im gemeinen Leben bey tauſenderley Verfahren ſtatt, ohne daß man immer darauf Achtung giebt, oder die Geſetze ſelbſt kennt. Der Geisfuß der Maurer, die Ruder, Meſſer, Scheeren, Zangen, Hammer, Bohrer, u. dgl. ſind einfache oder zuſammengeſetzte Hebel, deren Wirkungen dem allgemeinen Geſetze dieſes Rüſtzeugs folgen. So beſteht die Scheere aus zween Hebeln, die ſich um einen gemeinſchaftlichen Ruhepunkt drehen, und wo der Widerſtand, den die Theile des zu zerſchneidenden Körper ihrer Trennung entgegenſetzen, die Stelle der Laſt vertritt. Sehr oft wird auch der Hebel ſo angebracht, daß er die Geſchwindigkeit der Bewegungen vergrößern ſoll, in welchem Falle die Laſt weiter vom Ruhepunkte entfernt ſeyn muß, als die Kraft.

Auch die Muſkeln des thieriſchen Körpers wirken bey Bewegung der Glieder nach den Geſetzen des Hebels. Die Natur hat hiebey mehrentheils diejenige Art des einarmich-

ten Hebels gebraucht, bey welcher die zu bewegende Laſt weiter, als die Kraft, entfernt iſt, und welche einige Schriftſteller unter dem Namen des **Wurfhebels** beſonders unterſchieden haben, wobey noch überdieß die Richtung der Muſkelfaſern ſehr ſchief an die als Hebel wirkenden Knochen angebracht iſt. Hiebey muß nun die Kraft ungemein viel ſtärker, als die Laſt, ſeyn; dagegen wird aber auch durch die geringſte Bewegung der Kraft, der Laſt eine ſehr große Geſchwindigkeit mitgetheilt. Wenn wir z. B. eine Laſt mit ausgeſtrecktem Vorderarme halten, ſo iſt im Ellenbogen der Ruhepunkt, und der Vorderarm ſelbſt bildet einen Hebel, gegen den die Laſt ſenkrecht wirkt, indeß die Muſkelfaſern faſt mit dem Hebel parallel laufen, und ihn endlich nur unter einem ſehr ſpitzigen Winkel ſchneiden. Daher iſt hier die Entfernung der Kraft ungemein viel geringer, als die Entfernung der Laſt, und die Kraft der Muſkeln muß weit größer ſeyn, als die Laſt, die man in dieſer Stellung halten kan. **Borellus** (De motu animalium, Lugd. Bat. 1685. 4. P. I. cap. 14.) und **Nieuwetyt** (Gebrauch der Weltbetrachtung, aus dem Holländ. von **Segner**, Jena, 1747. 4. X Betr. S. 104.) haben hieraus Unterſuchungen über die ungemeine Kraft der Muſkeln angeſtellt, ſ. **Muſkeln**. Die Natur ſcheint dieſe Einrichtung gewählt zu haben, um den Raum, durch den ſich die Kraft bewegen muß, wenn ſie der Laſt eine beträchtliche Geſchwindigkeit geben ſoll, ſo klein, als möglich, zu machen.

Käſtners Anfangsgr. der angewandten Mathematik, der math. Anfangsgr. II. Theil, 1ſte Abtheil. Mechaniſche und Optiſche Wiſſ., Dritte Aufl. Göttingen, 1780. 8. Mechanik. §. 25. u. f.

Erxleben Anfangsgründe der Naturl. durch **Lichtenberg**, Vierte Aufl. Göttingen, 1787. 8. §. 74—83.

Heber, Sipho, *Siphon.* Dieſen Namen führt eine aus zween Schenkeln beſtehende an beyden Enden ofne Röhre, ABC, Taf. XI. Fig. 61 und 62, deren Geſtalt übrigens willkührlich iſt, und deren man ſich bedienen kan, um flüßige Materien aus einem Gefäße durch den Druck der Luft auslaufen zu laſſen, oder auszuheben.

Wenn eine ſolche Röhre mit der Oefnung A in ein Gefäß mit Waſſer geſenkt wird, ſo ſteigt das Waſſer in ihr von ſelbſt eben ſo hoch, als es im Gefäß ſteht, d. i. bis DE, Fig. 61. Bringt man es aber durch Saugen bey C, oder durch andere Mittel ſo weit, daß der ganze Heber bis C voll Waſſer wird, ſo wird er bey C anfangen auszulaufen, und damit ſo lang fortfahren, bis die Waſſerfläche DE im Gefäße unter A herabgeſunken iſt, und alſo kein Waſſer mehr in die Oefnung A eintreten kan. Es wird alſo das zwiſchen DE und A enthaltene Waſſer bis B gehoben, wovon dieſe Vorrichtung den Namen des **Hebers** erhalten zu haben ſcheint.

Die Atmoſphäre nemlich treibt durch ihren Druck gegen die Waſſerfläche DE, das Waſſer herab, daß es durch die Oefnung A in den Heber treten, und über DE hinaus bis B ſteigen muß, wo dieſem Drucke der Luft eine Waſſerſäule von der Höhe BE oder BH entgegen wirkt, und alſo (wenn die ſpecifiſche Schwere des Waſſers = 1, der Queerſchnitt des Hebers bey B = b^2 geſetzt wird) der Druck, womit das Waſſer in B nach der rechten Hand getrieben wird, = b^2. (32 Fuß — BH) übrig bleibt. Dagegen drückt aber auch die Atmoſphäre gegen C aufwärts, und ſtrebt das Waſſer im Schenkel BC zu erheben, oder bey B nach der linken Hand zu treiben. Dieſem Drucke wirkt das Waſſer in BC entgegen; es wird alſo das in B mit dem Drucke b^2. (32 Fuß — BC) nach der linken Hand getrieben. Der Erfolg kömmt nun darauf an, welche von beyden Drückungen die größere iſt. In dem Fig. 61. vorgeſtellten Falle iſt es die rechter Hand gehende, und das Waſſer in B wird alſo mit der Kraft b^2. (32 Fuß — BH — 32 Fuß + BC) = b^2. (BC — BH) = b^2 HC nach H zu getrieben, und muß durch C ausfließen. Das Waſſer zwiſchen BA wird durch den Druck der Luft ſo lange nachgetrieben, als A noch unter Waſſer ſteht, und BC größer denn BH iſt, d. h. ſo lange die ausgießende Oefnung tiefer liegt als die Waſſerfläche DE im Gefäße.

Es werden, wenn ein Heber fließen ſoll, folgende drey Bedingungen erfordert: 1) daß die einſaugende Oefnung A

unter Waſſer ſtehe, 2) daß die Höhen EB und FB nicht über 32 Fuß betragen, 3) daß die ausgießende Oefnung C tiefer, als die Waſſerfläche im Gefäße DE, liege. Die erſte Bedingung iſt an ſich klar. Denn ſobald die Oefnung A das Waſſer nicht mehr erreicht, tritt ſtatt deſſelben Luft in den Heber, und treibt alles darinn enthaltene Waſſer durch C aus.

Die zweyte Bedingung ergiebt ſich daraus, daß der Druck der Atmoſphäre das Waſſer nie höher, als 32 Fuß, heben kan. Geht alſo BE über dieſe Grenze hinaus, ſo wird b^2. (32 Fuß — BH) negativ, das Waſſer in B trennt ſich, und ſinkt gegen DE zurück, bis es nur noch 32 Fuß hoch darüber ſteht, und über ſich bis B einen luftleeren Raum hat. Aus dem Schenkel BC fließt ebenfalls nur ſoviel, daß noch 32 Fuß hoch Waſſer über C ſteht, und darüber bis B ein leerer Raum bleibt. Iſt zwar EB kleiner, aber doch FB größer, als 32 Fuß, ſo wird der Heber zwar anfangen zu fließen; er wird aber aufhören, ſobald die Waſſerfläche DE bis 32 Fuß tief unter B geſunken iſt, da ſich denn das Waſſer, wie vorhin, bey B trennen wird. Man kan alſo des Porta Vorſchlag, Waſſer durch Heber über Berge zu führen, nicht bewerkſtelligen, wenn die Berge über 32 Fuß hoch ſind. Sollte Queckſilber durch den Heber fließen, ſo dürften EB und FB nicht über 28 Zoll ſeyn u. ſ. w.

Die dritte Bedingung gründet ſich darauf, daß in der Formel b^2. (BC — BH) BC größer als BH ſeyn, oder C tiefer als H liegen muß, wenn der Werth der Formel poſitiv ſeyn, oder das Waſſer in B wirklich nach C zu getrieben werden ſoll. Iſt BC = BH, ſo wird der Druck in B = o, und der Heber **ſteht ſtill**, ohne jedoch auszulaufen. Iſt aber BC kleiner als BH, ſo wird der Druck in B negativ, d. h. das Waſſer wird von B aus ins Gefäß zurückgetrieben.

Um hievon Beyſpiele zu geben, ſey Taf. XI. Fig. 63. ABC ein Heber mit gleich langen Schenkeln, deren Oefnungen A und C in einer wagrechten Ebne liegen. So lange DE über A und C ſteht, wird er allerdings fließen,

weil das Waſſer in B mit der Kraft b^2HC nach C getrieben wird. Sobald aber die Waſſerfläche DE bis AC herabgeſunken, und H bis C gekommen iſt, ſteht er darum ſtill, weil HC=o iſt, alſo das Waſſer bey B in Ruhe bleibt. Der Heber bleibt aber völlig gefüllt, und wenn man wieder Waſſer im Gefäße zugießt, ſo fängt er von neuem an zu fließen. Setzt man bey C ein Gefäß an, in dem das Waſſer höher ſteht, als bey A, ſo fließt er zurück, bis das Waſſer in beyden Gefäßen gleich hoch ſteht. Dies iſt der ſogenannte würtembergiſche Heber.

Eben dieſe Bewandniß hat es mit dem Heber, Taf. XI. Fig. 64., deſſen kürzerer Schenkel BC das Waſſer ſo lange ausgießt, bis die Waſſerfläche DE mit der Oeſnung C in einerley wagrechte Ebne kömmt. Er hört alsdann aus eben der Urſache auf zu fließen, wie der würtembergiſche, bleibt aber ebenfalls gefüllt, und fängt bey mehr hinzugegoßnem Waſſer aufs neue zu fließen an. Dieſe beyden Heber zeigen auch, daß der ausgießende Schenkel nicht eben der längere ſeyn müſſe, wie die ältern phyſikaliſchen Schriftſteller, z. B. **Wolf**, mit Unrecht erfordern. Sie haben vor dem gewöhnlichen Heber, Fig. 61., noch das voraus, daß ſie ſich nicht ausleeren, wenn ſie zu fließen aufhören, und alſo nicht von neuem gefüllt werden dürfen, wenn man mehr Waſſer hinzugießt, oder ſie tiefer einſenkt.

Wenn aber bey Fig. 64. die Waſſerfläche bey MN, alſo tiefer als C ſteht, und man den Heber durch Saugen füllt, ſo läuft er bey C gar nicht, ſondern das Waſſer bey B läuft gegen DE zurück, bey C dringt die Luft ein, treibt das Waſſer in CB ebenfalls zurück, und macht den Heber leer.

Die Heber waren ſchon den Griechen bekannt. **Heron** von Alexandrien (Pnevmaticorum ſ. Spiritalium liber ex interpr. Commandini, Paris. 1575. 4.) gedenkt ihrer, und erklärt ſie aus der Vermeidung des leeren Raums. **Johann Baptiſta Porta** (Pnevmaticorum libri III. Neap. 1601. 4. L. III. c. 1.) thut den Vorſchlag, das Waſſer durch einen Heber über Berge zu führen. Um ſolche

Heber zu füllen, müßten beyde Oefnungen Hähne, und der obere Theil B einen Hahn und Trichter haben. Die Hähne an den Oefnungen würden Anfangs verſchloſſen, und der Heber durch den Trichter gefüllt; alsdann würde der Hahn am Trichter verſchloſſen, und die an beyden Enden geöfnet. Dieſen Vorſchlag wiederholt auch **Schwenter** (Mathematiſche Erquickſtunden, XIII. Theil. 2te Aufg.); beyde wußten noch nicht, daß der Berg kaum 32 Fuß Höhe haben dürfe, und kannten die wahre Urſache dieſer Wirkung nicht. **Schwenter** ſagt: „Der ſchwerer Theil nöthigt das leich„ter, daß es in die Höhe ſteigen muß.“ **Büchner** (Breslauiſche Sammlungen, Januar 1720. Cl. V.) hat **Porta's** Vorſchlag wirklich ausgeführt.

Als der Druck der Luft genauer bekannt wurde, fieng man bald an, auch das Fließen der Heber aus demſelben zu erklären. Es iſt eine natürliche Folge aus dieſen Erklärungen, daß der Heber im luftleeren Raume zu fließen aufhören müßte, wie dies auch wirklich geſchieht, wenn der Verſuch mit der gehörigen Genauigkeit angeſtellt wird. Aber bey der Unvollkommenheit der ehemaligen Luftpumpen, wollten die engen und niedrigen Heber, deren man ſich bediente, in welchen das Waſſer, wie in jeder Haarröhre, ohne Druck der Luft aufſtieg, eine lange Zeit nicht zu fließen aufhören, wenn man ſie unter die Glocke der Luftpumpe brachte. **Wolf** (Nützl. Verſuche, Th. III. Cap. 9. §. 123.) bemerkt, daß auch ihm die Heber unter der Glocke der Luftpumpe flöſſen. Einigen war dies genug, um die Erklärungen aus dem Drucke der Luft aufzugeben, und das Fließen der Heber aus einem Zuſammenhange des vorangehenden Waſſers mit dem nachfolgenden herzuleiten, welches nach Herrn **Käſtners** Bemerkung (Anmerkungen zur Markſcheidekunſt, Göttingen, 1775. 8. in der Vorrede) Stricke aus Waſſer flechten heißt. **Homberg** aber (Mém. de Paris. 1714. p. 84.) hat ſchon ſehr richtig bemerkt, daß dieſes Fließen unter der Glocke keineswegs den Ungrund der Erklärungen des Hebers beweiſe. Wenn die Luft unter der Glocke auch 100mal verdünnt wird, welches gewiß mehr iſt, als die alten Luftpumpen leiſteten, ſo hebt

ſie dennoch das Waſſer noch um $\frac{12}{100}$ Fuß oder beynahe 4 Zoll, wozu noch das Aufſteigen des Waſſers in engen Röhren, und der Umſtand kömmt, daß man ſich keines von Luft gereinigten Waſſers bediente, daher unter der Glocke immer neue Luft aufſtieg (ſ. *Tetens* de cauſſa fluxus ſiphonis bicruralis in vacuo continuati. Butzov. 1763. 4.). Wenn man ſich vollkommnerer Luftpumpen, höherer und weiterer Heber und eines wohl von Luft gereinigten Waſſers oder noch beſſer des Queckſilbers bedient, ſo hört jeder Heber unter der Glocke auf zu fließen. Hauſen fragte ſeine Zuhörer, ob der Heber fließen ſolle, oder nicht, und machte den Verſuch, wie ſie ihn verlangten.

Gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts machte **Johann Jordan**, ein Bürger zu Stuttgard, zuerſt die Bemerkung, daß ein Heber mit gleich langen Schenkeln aus jeder Oefnung Waſſer gebe, wenn man die andere in ein Gefäß mit Waſſer bringt. Der damalige herzoglich würtembergiſche Leibarzt, **Salomon Reiſel**, machte im Jahre 1684 die erſte ſehr geheimnißvolle Nachricht davon bekannt, und gab die Sache für etwas Beſonderes aus. Aber bald nachher beſchrieb **Papinus** (Philoſ. Trans. 1685. n. 167.) einen ſolchen Heber, und **Reiſel** ſelbſt (Sipho Wirtembergicus per majora experimenta firmatus, Stutgard. 1690. 4.) machte nun die wahren Umſtände bekannt. Dieſer Heber hat den Namen des **würtembergiſchen** behalten. Ob er gleich für diejenigen, welche die Theorie genau kennen, nichts Beſonderes hat, ſo machte er doch damals viel Aufſehen, weil man vorher geglaubt hatte, der eingetauchte Schenkel müſſe kürzer ſeyn, als der ausgießende. Man machte viele Verſuche, das Waſſer damit über 32 Fuß zu heben, welche freylich vergeblich waren. Wenn man dieſen Heber, wie Taf. XI. Fig. 65. zeigt, an ein Gefäß anbringt, in welchem die Waſſerfläche DE höher, als B, ſteht, ſo füllt er ſich von ſelbſt, leert das Gefäß bis an A aus, und bleibt gefüllt, wenn er zu fließen aufhöret.

Der **Diabetes des Heron**, Taf. XI. Fig. 66. iſt ein verſteckter Heber. Durch den Boden BC des Ge-

fäßes ABCD geht eine an beyden Seiten ofne Röhre EF. Dieſe iſt mit einer andern etwas weitern Röhre GHI bedeckt, die ſonſt allenthalben verſchloſſen iſt, nur am Boden bey G eine Oefnung an der Seite hat. Gießt man Waſſer in das Gefäß, ſo ſteigt es zugleich in dem zwiſchen beyden Röhren befindlichen Zwiſchenraume eben ſo hoch, als im Gefäße. So lange nun die Waſſerfläche im Gefäße niedriger, als die Oefnung E, ſteht, ſo lange kan kein Waſſer auslaufen. Sobald ſich aber dieſe Waſſerfläche über E erhebt, wird das Waſſer bey E in die Röhre EF hineintreten und durch dieſelbe abfließen. Und weil hier alle Urſachen, wie beym gewöhnlichen Heber, vorhanden ſind, ſo wird der Abfluß ſo lange fortdauren, bis das Gefäß ganz ausgeleeret iſt. Beyde Röhren zuſammen machen einen Heber aus, wovon ein Schenkel in dem andern ſteckt. Dieſe Einrichtung oder auch ein gewöhnlicher Heber in einem Becher angebracht, und in dem Rande deſſelben verſteckt, macht den **Vexirbecher** aus, der mäßig gefüllt, den Wein hält, ganz voll gefüllt aber bis auf den Boden ausläuft.

Wenn heberförmige Canäle unter der Erde mit natürlichen Brunnen in Verbindung ſtehen, ſo kan ſich bey trocknem Wetter, wobey der obere Theil dieſer Canäle leer bleibt, das Waſſer im Brunnen erhalten, da hingegen bey Regenwetter, wenn das Waſſer hoch genug ſteigt, um den Canal bis oben auszufüllen, der ganze Brunnen ausläuft und trocken wird. Solche Brunnen haben Waſſer, wenn es trocken iſt, und vertrocknen beym Regenwetter.

Der **unterbrochne Heber**, Taf. XI. Fig. 67. (ſipho interruptus) hat Schenkel, welche nicht unmittelbar mit einander verbunden ſind. Die Steigröhre CE ſteht in dem ofnen mit Waſſer gefüllten Gefäße AB, und iſt oben bey E in das luftdicht verſchloßne Gefäß FG hineingeleitet. AB gegenüber wird ein anderes mit Waſſer gefülltes Gefäß KL angebracht, welches mit FG durch die Röhre HI verbunden, ſonſt aber ebenfalls gegen das Eindringen der äußern Luft ſorgfältig verwahrt iſt. Am Boden deſſelben iſt die mit dem Hahne O verſehene Röhre MN

angebracht, deren Hahn niedriger liegen muß, als die untere Oefnung C der Steigröhre. Oefnet man dieſen Hahn, ſo läuft das Waſſer in KL durch MN ab; die Luft in HI, FG und CE breitet ſich in einen größern Raum aus, und der Druck der Atmoſphäre treibt das Waſſer durch CE in das obere Gefäß. Wenn der Behälter AB einen beſtändigen Zufluß hat, ſo kan man zwiſchen AB und KL eine Verbindung durch eine Röhre mit dem Hahne P machen, zugleich aber auch an FG eine Röhre zum Ablauf mit dem Hahne Q anbringen. Oefnet man nun P und Q, indem O verſchloſſen iſt, ſo füllt ſich KL mit Waſſer an, und die dadurch vertriebene Luft nimmt ihren Ausweg durch Q. Wenn KL gefüllt iſt, verſchließt man P und Q, und öfnet dagegen O, ſo ſteigt das Waſſer durch CE in die Höhe. Wenn KL wieder leer iſt, kan man es aufs neue, wie vorhin, durch Oefnung von P und Q füllen, wobey zugleich das gehobne Waſſer aus FG bey Q abfließen wird. Dieſe Maſchine giebt alſo ein Mittel, das Waſſer von A bis Q zu erheben. Es muß aber hiebey die Steigröhre CE viel unter 32 Fuß ſeyn. Denn da FG nicht ganz luftleer iſt, ſondern nur verdünnte Luft enthält, ſo wirkt deren Federkraft dem Drucke der Atmoſphäre ſtets entgegen. Kan ſich z. B. die Luft in CE, FG und HI, durch das Auslaufen des Waſſers aus KL, durch das Doppelte des vorigen Raums ausbreiten, ſo iſt ihre Federkraft noch halb ſo groß, als der Druck der Atmoſphäre; der leztere kan alſo das Waſſer nur 16 Fuß hoch heben. **Leupold** (Theatr. machin. Hydraul. To. I. §. 12.) beſchreibt dieſe Maſchine vollſtändig, und erinnert mit Recht, KL müſſe an körperlichem Raume wenigſtens doppelt ſo groß, als FG, ſeyn, damit ſich die Luft in einen hinlänglich großen Raum verbreiten könne.

Wenn dieſe Maſchine im Großen angebracht werden ſoll, ſo iſt noch eine beſondere Einrichtung dazu nöthig, daß ſich die Hähne O, P, Q zu rechter Zeit öfnen und verſchließen. **Schott** (Technica curioſa L. V. Cap. 1 — 3.) beſchreibt eine ſolche Maſchine, durch welche **Jeremias Mitz**, ein Einwohner in Baſel, das Waſſer in ſeinem

Hauſe in einen erhabnen Behälter leitete. **Leupold** (a. a. O.) giebt eine Einrichtung an, die ſich von der Mitziſchen nur in Abſicht des Mechanismus zur Oefnung der Hähne unterſcheidet, auch zeigt er ſo, wie **Wolf** (Elem. Matheſeos, Hydraul. §. 79. 80.), wie ſich mehrere dergleichen unterbrochne Heber verbinden laſſen, um das Waſſer auf beträchtlichere Höhen zu heben.

Wolf giebt auch einige Spielwerke an, die ſich mit dem Heber machen laſſen. Man kan ihm z. B. die Geſtalt einer Schlange geben, die aus einem Baſſin das Waſſer ausſäuft, was ein Storch in ſelbiges ausſpeyt u. dgl. Nimmt man zum Heber eine Glasröhre, wie ABC, Taf. XI. Fig. 62., deren unteres Ende C aufwärts umgebogen und in eine Spitze mit einer engen Oefnung ausgezogen iſt, ſo ſpringt das bey C auslaufende Waſſer in die Höhe, und man erhält einen kleinen Springbrunnen, den man an ein Gefäß mit Waſſer hängen kan. Auch der unterbrochne Heber, Taf. XI. Fig. 67. kan zum Springbrunnen dienen, wenn man ſtatt des Gefäßes FG eine hohe gläſerne Glocke auf einen metallnen Teller kittet, die Steigröhre CE durch den Teller führt und ihr eine zugeſpitzte Oefnung giebt, wobey das Gefäß KL ganz wegbleiben, und die Röhre HI bis N in einem fortgeführt werden kan. Eine große Anzahl von allerley Hebern beſchreibt **Lehmann** (Diſſ. de Siphonibus, Lipſ. 1710. 4.).

Die einfachen Heber werden insgemein durch **Saugen** gefüllt. Weil man ſie bisweilen zu Liquoren braucht, die man nicht gern in den Mund kommen läßt, ſo bringt man am längern Schenkel, etwa bey G, Taf. XI. Fig. 61. noch ein aufwärtsgehendes Glasrohr an, an deſſen Ende man, indem C mit dem Finger verſchloſſen wird, ſo lange ſaugt, bis der Liquor den ganzen Schenkel BC angefüllt hat. Ein ſolcher Heber heißt ein **doppelter** (*ſiphon double, ou de laboratoire*). **Lowitz** (Sammlung der Verſuche, wodurch ſich die Eigenſchaften der Luft begreiflich machen laſſen. Nürnb. 1754. 4.) hat einen Heber angegeben, der ſich ohne Saugen füllen läßt. Mit den ge-

meinen Hebern iſt dieſes leicht durch eine geſchickte Neigung derſelben zu bewerkſtelligen.

Käſtner Anfangsgr. der angew. Math., der mathem. Anfangsgr. II. Th. 1ſte Abth. Dritte Aufl. Hydraulik. §. 4 — 8.

Karſten Lehrbegrif der geſammten Mathem. Fünfter Theil, Hydraulik, XVI. Abſchnitt. §. 248 — 260.

Erxleben Anfangsgr. der Naturl. durch Lichtenberg. Vierte Aufl. §. 252 — 255.

Heber, anatomiſcher, Sipho anatomicus. Der Freyherr **von Wolf** (Element. Matheſ. Hydroſtat. Cap. II. §. 52.) beſchreibt unter dieſem Namen ein blechernes Gefäß DGEF, Taf. XI. Fig. 68., an welches die hohe Röhre HI angelöthet iſt. Spannt man über die Oefnung FD eine Blaſe oder andere häutige Theile des thieriſchen Körpers, und gießt das Gefäß und die Röhre HI voll Waſſer, ſo wird die Haut nicht nur mit großer Gewalt in Geſtalt eines Kugelſegments ausgedehnt, ſondern es werden auch durch den ſtarken und gleichförmigen Druck alle Häutchen und Gefäße ſo aus einander getrieben, daß man ſie vermittelſt eines kleinen Einſchnitts weit bequemer, als ſonſt, von einander trennen, und die Structur der häutigen Theile ſehr genau beobachten kan. Die Blaſe FD nemlich wird von unten auf mit einer Kraft gepreßt, welche dem Gewichte der Waſſerſäule FDLK gleich iſt, ſ. **Druck** (Th. I. S. 613.). Bey **Wolfs** anatomiſchem Heber (Nützliche Verſuche, Th. I. Cap. 3. §. 58.) war die Röhre HI 11 Lin. weit, und 250 Lin. höher, als das Gefäß, ſo daß ſie $1\frac{1}{2}$ Pfund Waſſer hielt. Das Gefäß ſelbſt hatte 48 Lin. im Durchmeſſer; die Blaſe FD ward mit 30 Pfund Gewicht beſchwert, welche durch den Druck des Waſſers in HI, das doch nur $1\frac{1}{2}$ Pfund wog, wirklich gehoben wurden.

Heberbarometer, ſ. **Barometer.**

Heliacus, ortus et occaſus ſiderum, ſ. **Aufgang der Geſtirne, Untergang der Geſtirne.**

Heliocentriſch, Heliocentricum, *Héliocentrique.* So nennt man dasjenige, was ſich auf den Mittelpunkt der Sonne bezieht, oder wovon man ſich vorſtellt, als ob

es aus dem Mittelpunkte der Sonne betrachtet würde. Der Ort, den ein Planet, aus der Mitte der Sonne geſehen, unter den Fixſternen einnehmen würde, heißt ſein **heliocentriſcher Ort**, und deſſen Länge und Breite **heliocentriſche Länge und Breite** des Planeten. Da die Bewegungen der Planeten um die Sonne, als einen feſten Punkt, gehen, und alſo aus ihr am regelmäßigſten erſcheinen, ſo werden die aſtronomiſchen Rechnungen zuerſt auf die heliocentriſchen Orte gerichtet, wobey ſich die gehörigen Berichtigungen leichter anbringen laſſen, worauf man denn das Gefundene erſt auf den **geocentriſchen**, und alsdann auf den wahren Ort reduciret, ſ. **Geocentriſch**.

Heliometer, Heliometrum, *Héliometre.* Ein Werkzeug, das, an ein Fernrohr angebracht, dienen kan, den ſcheinbaren Durchmeſſer der Sonne (oder des Monds) zu meſſen, wozu die gewöhnlichen Mikrometer nicht bequem ſind.

Nach der erſten von **Bouguer** (Mém. de l'Acad. des Sc. 1748.) bekannt gemachten Einrichtung beſteht dieſes Werkzeug aus einem aſtronomiſchen Fernrohre mit zweyen neben einander liegenden Objectivgläſern, welche zwey neben einander liegende Bilder des Gegenſtandes machen. Dieſe Bilder werden beyde zugleich durch ein einziges Ocular betrachtet. Von den beyden Objectivgläſern iſt das eine unbeweglich, das andere aber kan jenem mittelſt einer Schraube genähert oder auch weiter davon entfernt werden, wodurch ſich denn auch die beyden Bilder des Gegenſtandes nähern, oder entfernen. Stellt man nun bey Betrachtung der Sonne die Objective ſo, daß beyde Sonnenbilder ſich mit den Rändern berühren, ſo giebt alsdann die Entfernung der Mittelpunkte beyder Gläſer den Durchmeſſer des Sonnenbilds an, welcher dem ſcheinbaren Durchmeſſer der Sonne ſelbſt jederzeit proportional iſt. Die Entfernung der Mittelpunkte beyder Gläſer wird durch einen am beweglichen Objective angebrachten Zeiger, auf einem Maaßſtabe angegeben, wobey die Schraube durch ihre Umdrehung an einer getheilten Scheibe die kleinern Theile be-

ſtimmt, deren Werth, ſo wie der Werth der größern Theile des Maaßſtabs, wie beym Mikrometer, durch Erfahrung ausgemacht werden muß, ſ. **Mikrometer.** Hiebey iſt es gut, große Objective zu haben, weil bey großen Bildern die Berührung der Ränder ſchärfer wahrgenommen werden kan. Um die Mittelpunkte in allen Fällen nahe genug an einander bringen zu können, wird von jedem Glaſe an der Seite, die es dem andern zukehrt, ein Theil abgeſchnitten, daß alſo die Gläſer die Geſtalt der größern Segmente eines Kreiſes erhalten. So wird auch dieſes Werkzeug von **de la Lande** (Aſtronomie, §. 2433. der zweyten Ausg.) beſchrieben. Umſtändlicher handelt davon und von der Beſtimmung des Werths der Theile am Maaßſtabe, Herr **Käſtner** (Aſtron. Abhandl. II. Samml. S. 372. u. f.).

Savery hatte ſchon im Jahre 1743 der königlichen Societät zu London die Beſchreibung eines ähnlichen Werkzeugs übergeben (Philoſ. Transact. 1753. Vol. XLVIII. P. I. no. 26.), um den Unterſchied der Sonnendurchmeſſer in der Erdnähe und Erdferne zu meſſen, wenn gleich das Fernrohr ſo ſtark vergrößerte, daß man den ganzen Durchmeſſer nicht auf einmal ſehen konnte. Hiebey bleiben beyde Objective unbeweglich; die Bilder ſtehen mit den Rändern von einander ab, und der veränderliche Abſtand wird durch ein gewöhnliches im Brennpunkte angebrachtes Mikrometer gemeſſen. Savery hatte auch ſchon den Einfall, nicht zwey ganze Objectivgläſer zu gebrauchen (weil man ſelten zwey von genau gleichen Brennweiten findet), ſondern ein einziges in Stücken zu zerſchneiden, und dieſe ſtatt der ganzen anzuwenden.

Dollond (Philoſ. Trans. a. a. O. no. 27.) halbirt ein Objectivglas, und braucht beyde Helften ſo, wie **Bouguer** die ganzen Gläſer. Hiebey kan man die Mittelpunkte C und c, Taf. XI. Fig. 69. ſo nahe man will, zuſammenbringen, alſo ihre Abſtände genauer beſtimmen, auch kleinere Winkel, als bey der vorigen Einrichtung, meſſen. Die beyden Helften bewegt **Dollond** ſo an einander, wie die Figur zeigt, macht die eine unbeweglich, und mißt die Verſchiebung der andern durch einen Maaß-

ſtab mit einem Vernier ab. Um die Länge des Fernrohrs abzukürzen, ſchlägt er vor, hinter die beyden halbirten Objective noch ein ganzes von kürzerer Brennweite zu ſetzen; oder noch lieber die halbirten Objective an der vordern Oeffnung eines Spiegelteleſkops anzubringen. Werkzeuge nach dem letztern Vorſchlage eingerichtet, heißen **Spiegelteleſkope mit Objectivmikrometern**. Sie werden häufig gebraucht, weil das Spiegelteleſkop wegen der Kleinheit ſeines Bildes das gewöhnliche Mikrometer nicht wohl zuläßt. Beſchreibungen davon findet man bey **de la Lande** (Aſtron. zweyte Ausg. §. 2438. u. f.) und in einer Disputation von **Hallencreuz** und **Inſulin** (De micrometro objectivo. Upſala. 1767. 4.).

Das Heliometer kan überhaupt zu Meſſung kleiner Weiten am Himmel dienen. **Lambert** (Beyträge zum Gebrauch der Mathem. III. Th. Berlin, 1772. 8. Num. VII. §. 25.) beſchreibt ein wohlfeiles Werkzeug dieſer Art, das er gebraucht hat, Abſtände eines Kometen von Fixſternen zu meſſen.

Käſtner Aſtronomiſche Abhandlungen, Zweyte Sammlung, Göttingen, 1774. 8. S. 372. u. f.

Helioſkop, Helioſcopium, *Hélioſcope*. Ein Fernrohr, hinter welchem man das Bild der Sonne auf einer Ebne auffängt. Ein aſtronomiſches oder holländiſches Fernrohr wird etwas weiter aus einander gezogen, als es, um dadurch zu ſehen, nöthig iſt. So wird es gegen die Sonne gerichtet, und das dadurch entſtehende Bild in einem dunklen Orte aufgefangen. In dieſer Abſicht wird entweder ein Zimmer verfinſtert; oder man ſteckt das Fernrohr in ein dunkles trichterförmiges Behältniß, deſſen Boden mit Papier in Oel getränkt überſpannt, oder mit einem mattgeſchliffenen Glaſe verſchloſſen iſt, darauf ſich die Sonne abbildet. Auf dieſem Papiere oder Glaſe wird ein Kreis beſchrieben, den das Sonnenbild gerade ausfüllt (circulus obſervatorius), und der durch 5 innere concentriſche Kreiſe in die gewöhnlichen 12 Zolle getheilt wird.

Scheiner (Roſa Urſina, Bracciani, 1626. fol. L. II.

cap. 27.) hat ein Fernrohr im verfinſterten Zimmer zu Beobachtung der Sonnenflecken gebraucht. Er bediente ſich des holländiſchen Fernrohrs, weil damals noch kein anderes bekannt war. **Hevel** (Selenographia, Prolegom. p. 98.) beſchreibt dieſes Verfahren ausführlich. Von dem ſprachrohrförmigen Helioſkop, deſſen ſich **Eimmart** in Nürnberg zu Beobachtung der Sonnenfinſterniſſe bediente, handelt **Roſt** (Aſtronomiſches Handbuch, Th. II. Cap. 11.). Gebraucht man dabey ein aſtronomiſches Fernrohr, ſo ſtellt ſich das Bild aufrecht dar. Ein ungenannter Italiäner (De heliometri ſtructura et uſu. Venet. 1760. 4.) hat an dieſem Werkzeuge, das er unrichtig **Heliometer** nennt, noch einige Veränderungen gemacht; es iſt aber zu ſo genauen Beobachtungen, als der jetzige Zuſtand der Aſtronomie erfordert, untauglich, und dient blos zu einer bequemen Betrachtung und Abzeichnung der Sonnenſcheibe mit ihren Flecken.

Käſtner Aſtronomiſche Abhandlungen, Zweyte Sammlung. S. 362. u. f.

Hemiſphär, ſ. **Halbkugel.**

Hepatiſche Luft, ſ. **Gas, hepatiſches.**

Herbſt, Spätjahr, Autumnus, *Automne.* Eine der vier Jahrszeiten, welche zwiſchen den Sommer und Winter fällt, von dem Tag anfängt, an welchem die Sonne beym Niederſteigen in den Aequator tritt, und ſich mit dem endiget, an welchem dieſelbe im Mittage ihren niedrigſten Stand im Jahre erreicht. Diejenige Helfte der Ekliptik, welche bey uns die niederſteigenden Zeichen vom Krebſe bis zum Steinbock enthält, wird vom Aequator im Anfangspunkte der Wage durchſchnitten; daher beſtimmt der Eintritt der Sonne in die Wage den Anfang, und der in den Steinbock das Ende des Herbſts, welcher alſo bey uns um den 23. September mit der Nachtgleiche anfängt, und um den 21. December mit dem kürzeſten Tage aufhört, ſ. **Ekliptik.**

In der ſüdlichen gemäßigten Zone enthält die andere Helfte der Ekliptik die niederſteigenden Zeichen, daher der

Herbſt mit der Nachtgleiche um den 20. März anfängt, und mit dem kürzeſten Tage um den 21. Junius aufhört.

Im gemeinen Leben, wo die Namen der Jahrszeiten mehr auf Temperatur und Witterung, als auf den Stand der Sonne bezogen werden, verſteht man unter dem Herbſte die unbeſtimmte Zeit, binnen welcher die Sonnenwärme allmählich abnimmt, die Temperatur rauher und kälter wird, und die ihrer Früchte entledigten Bäume Laub und Saft verlieren.

Herbſtnachtgleiche, Aequinoctium autumnale, *Equinoxe d'automne.* Die Zeit, zu welcher die Sonne beym Niederſteigen den Aequator erreicht, an allen Orten der Erde den Tag der Nacht gleich macht, und in unſerer gemäßigten Zone den Anfang des Herbſts beſtimmt. Da ſie alsdann im Aequator ſelbſt ſteht, und dieſen als ihren Tagkreis beſchreibt, den jeder Horizont in gleiche Helften ſchneidet, ſo iſt ſie überall 12 Stunden ſichtbar und 12 Stunden unſichtbar. Es geſchieht dies für die nördliche Helfte der Erdkugel bey ihrem Eintritte in die Wage, jährlich um den 23. September.

Herbſtpunkt, Punctum aequinoctii autumnalis, *Equinoxe d'automne.* Derjenige Durchſchnittspunkt des Aequators mit der Ekliptik, in welchen die Sonne, bey ihrem ſcheinbaren jährlichen Umlaufe, um den 23. September oder zu Anfange des Herbſtes tritt, indem ſie aus der nördlichen Halbkugel in die ſüdliche niederſteigt. Er iſt der Anfangspunkt des Zeichens der Wage, und wird mit 0° ♎ bezeichnet, obgleich das Sternbild der Wage dieſen Ort verlaſſen hat, und der Herbſtpunkt anjetzt nahe bey den Sternen auf der linken Schulter der Jungfrau ſtehet. Er iſt dem Frühlingspunkte, oder Anfange der Ekliptik und des Aequators gerade entgegengeſetzt, daher beträgt ſeine gerade Aufſteigung 180°, ſeine Länge eben ſoviel, oder 6 Zeichen; ſeine Abweichung und Breite aber ſind = 0.

Hermetiſch verſchloſſen, Hermetice clauſum ſ. ſigillatum, *Scellé hermétiquement*. Die ältern Chymiſten nannten die Oefnung eines gläſernen Gefäßes oder einer Röhre hermetiſch verſchloſſen, wenn man ſie am Feuer zugeſchmolzen hatte. Dieſe Benennung hat ſich noch erhalten, und wird den Röhren der Barometer und anderer phyſikaliſchen Werkzeuge beygelegt, deren Oefnungen man an der Lampe ſo verſchmolzen hat, daß ſie die Röhre mit einer ununterbrochnen Wölbung oder in Form einer Spitze vollkommen zuſchließen.

Heronsball, ſ. Springbrunnen.

Heronsbrunnen, ſ. Springbrunnen.

Heterogen, Ungleichartig, Heterogeneum, Diſſimilare, *Heterogène, Diſſimilaire*. Was von verſchiedner Art und Beſchaffenheit iſt. Beſtehen Körper aus Theilen von verſchiedener Natur, Dichte, Farbe ꝛc. ſo ſind eigentlich dieſe Theile unter einander heterogen. Manche Schriftſteller nennen aber in ſolchen Fällen die Körper ſelbſt **heterogene**. Dergleichen ſind die Thiere, Pflanzen, auch die meiſten Mineralien in ihrem natürlichen Zuſtande, das Sonnenlicht, die aus verſchiedenen Gattungen ungleich gemiſchte Luft der Atmoſphäre u. dgl. Dem Heterogenen ſetzt man das Homogene entgegen, ſ. **Homogen**.

Heteroſcii, *Heteroſciens*, **Einſchattichte** *). Die Bewohner der gemäßigten Zonen, welche ihre mittäglichen Schatten das ganze Jahr hindurch nur auf eine Seite werfen. Bey uns iſt dies die Nordſeite, bey den Bewohnern der ſüdlichen gemäßigten Zone die Südſeite. Die Benennung kömmt von dem griechiſchen ἕτερος, einer, und σκία, der Schatten.

Himmel, Himmelskugel, Himmelsgewölbe, Firmament, Coelum, Sphaera coeleſtis, Firmamentum, *Ciel, Firmament*. Das blaue Gewölbe, welches

*) Durch ein Verſehen iſt das Wort: Einſchattichte unter dem Buchſtaben E im erſten Theile ausgelaſſen.

uns zu umgeben ſcheint, an dem ſich, wenn es nicht von Wolken bedeckt wird, die Sonne und die Geſtirne zeigen.

Die Sternkunde überzeugt uns, daß dieſe Wölbung eine bloße Erſcheinung ſey, obgleich das alte Syſtem des **Ariſtoteles** und der Scholaſtiker ſie als eine wirkliche Hohlkugel betrachtete, und ſogar mehrere **feſte Himmel** oder in einander ſteckende Sphären von dieſer Art annahm. Die copernikaniſche Weltordnung aber verſchafte von den unermeßlichen Entfernungen und Größen der Fixſterne und des Weltraums richtigere Begriffe, mit welchen die alte Meynung von der Feſtigkeit der Himmel nicht mehr beſtehen konnte; überdies ſahe man auch die Kometen nach allerley Richtungen in Bahnen von ungemeiner Größe laufen, und die eingebildeten Sphären ungehindert durchſchneiden. **Descartes** ſetzte daher an die Stelle der ehemaligen feſten Himmel ſein Syſtem des **vollen Raumes** und der **Wirbel**. Er dachte ſich das ganze Weltgebäude als abſolut erfüllt mit den Theilen ſeines zweyten Elements, welche um die Himmelskörper in unzählbaren Wirbeln mit ſchneller Bewegung umliefen. **Newton** hat endlich aus den Erſcheinungen der Himmelskörper, aus den immer fortgeſetzten Bewegungen der Planeten, aus ihrer nicht abnehmenden Geſchwindigkeit, und aus dem freyen Durchgange der Kometen durch alle Gegenden des Himmels erwieſen, daß der Raum, in welchem ſich die Himmelskörper bewegen, keine merklich widerſtehende Materie enthalten könne, und daß ſich darinn nichts, als das Licht, oder vielleicht eine äußerſt feine elaſtiſche Flüßigkeit befinde, ſ. **Aether**.

In dieſem Raume bewegen ſich nun alle Himmelskörper, und unter ihnen auch die mit ihrem Luftkreiſe umgebne Erdkugel. Jedes Auge auf derſelben blickt durch den Luftkreis hindurch in die grenzenloſe Ferne des Himmels, und da dieſe Ausſicht nach allen Seiten zu frey iſt, außer da, wo ſie durch die Erdfläche ſelbſt unterbrochen wird, ſo entſteht daraus natürlich die Erſcheinung einer das Auge

umgebenden ununterbrochenen Rundung — eines auf dem Horizonte aufſtehenden Gewölbes.

Die **himmelblaue Farbe** (*couleur azurée*) dieſes Gewölbes iſt keinesweges, wie die Alten annahmen, dem Himmel oder der Sphäre eigen; ſie iſt vielmehr eine Wirkung des durch den Luftkreis gehenden Lichts der Sonne und der Geſtirne. Die Stellen der Wölbung, an denen wir keine Geſtirne erblicken, ſollten eigentlich wie alles, was gar kein Licht ins Auge ſendet, ſchwarz erſcheinen. Allein das Licht der Sonne und der Geſtirne wird von der Erde in den Luftkreis, und von den Lufttheilen wieder auf die Erde zurückgeworfen. Dieſe Lufttheile laſſen die ſtärkſten Lichtſtralen, d. i. die rothen, gelben und grünen hindurch, und werfen hingegen die blauen, als die ſchwächſten, wiederum gegen die Erde und ins Auge zurück. Dies iſt Nollets Erklärung (Leçons de Phyſique, To. VI. p. 17.). Faſt eben dies kan man auch ſo ausdrücken, daß das Durchſehen durch eine große Maſſe von erleuchteter Luft die Empfindung der blauen Farbe errege, daher auch ſehr entlegne Gegenſtände, z. B. entfernte Gebirge und Wälder, blau ausſehen.

Wenn ſich in den Anblick der ſcheinbaren Himmelswölbung keine Urtheile über den Abſtand der Stellen einmiſchten, ſo müßte ſie ſich als eine vollkommne Halbkugel darſtellen, weil man aus dem bloßen Anblicke nicht wiſſen kan, ob eine Stelle entfernter als die andere iſt. Da wir aber unſer Sehen allezeit mit Urtheilen über Entfernung, Größe und Geſtalt begleiten, ſ. Entfernung, ſcheinbare, ſo thun wir dies auch, ſelbſt ohne uns deſſen deutlich bewußt zu ſeyn, bey der Betrachtung des Himmels, der uns demnach als ein Gewölbe von einer ganz eignen, am obern Theile eingedrückten, Krümmung erſcheint, wobey der Horizont 3—4mal weiter vom Auge abſteht, als der Scheitelpunkt.

Dieſe **eingedrückte Geſtalt** des Himmels gründet ſich auf den durch ſo viele Beyſpiele beſtätigten Geſichtsbetrug, nach welchem wir alle vor uns nach der Pläne hin liegende Dinge für entfernter halten, als die in gleichem

Abſtande über uns geſehenen Gegenſtände, ſ. **Geſichtsbetrüge, Entfernung, ſcheinbare.** Dem zufolge ſcheinen uns die niedrigen Stellen des Himmels weiter, die höhern näher zu ſeyn, und es entſteht daraus die Vorſtellung einer ſtark eingedrückten Wölbung, deren Krümmung nach **Jolkes** Bemerkung beym **Smith** (Vollſt. Lehrbegriff der Optik, durch **Käſtner**, S. 416.) die Geſtalt einer Muſchellinie hat. **Smith** (a. a. O. S. 55.) giebt eine Methode an, dieſe Geſtalt und ihre Abmeſſungen genauer zu unterſuchen. Er ſuchte nach dem Augenmaaße diejenige Stelle des Monds, wo derſelbe vom Scheitel eben ſo weit, als vom Horizonte, abzuſtehen ſchien. Dies war an dem ſcheinbaren Gewölbe CDBA (Taf. XI. Fig. 70.) der Punkt B, wo CB = BA geſchätzt wurde. Wenn er nun hierauf die wahre Höhe des Monds oder den Winkel BOA mit aſtronomiſchen Werkzeugen maß, ſo fand er ihn = 23°, woraus ſich vermittelſt einer cubiſchen Gleichung, oder noch leichter durch geometriſche Conſtruction, OC : OA wie 3 : 10 oder nach Hrn. **Käſtners** Anmerkung beynahe wie 1 : 3,23 findet. Er bemerkt auch, wenn die Sonne 30° hoch ſtehe, ſo ſcheine ſie dem bloßen Auge ſchon näher am Zenith, als am Horizonte zu ſeyn, ob ſie gleich in der That dem letztern weit näher ſteht. Und wenn ein Stern in der Höhe von 45°, alſo gerade zwiſchen Scheitel und Horizont in der Mitte ſteht, ſo wird er nach der Linie OD ſo geſehen, daß ſein Ort D vom Horizonte A über dreymal weiter, als vom Zenith C, abzuſtehen ſcheint. Eine nothwendige Folge hievon iſt, daß gleiche Winkel, z. B. von 15°, dem Auge am Horizonte weit größer, als am Zenith, ausſehen. Ein ſolcher Winkel faßt am ſcheinbaren Gewölbe zwiſchen ſeinen Schenkeln am Horizonte den Bogen Aa, am Zenith den Bogen Cc, und man irrt ſich erſtaunlich, wenn man die wahre Größe des Winkels nach dieſen Bogen beurtheilt.

Hieraus ergiebt ſich nun ſehr leicht, warum Sonne, Mond, Entfernungen der Sterne von einander, Breite des Regenbogens, und überhaupt alle ſcheinbare Größen am Himmel, beym Horizonte merklich größer, als in der

Höhe ſcheinen. Die Urſache iſt die ſcheinbare Geſtalt des Himmels, oder, was eben ſoviel ſagen will, weil ſie das Auge nach den gewöhnlichen Regeln des Sehens am Horizonte für entfernter nimmt. **Smith** giebt über dieſes Verhältniß der ſcheinbaren Entfernungen OA, Oa, OB, OD, OC, welches zugleich das Verhältniß der ſcheinbaren Gröſſen iſt, folgende Tabelle:

Höhen		Scheinbare Entfernungen.
0°	—	100
15	—	68
30	—	50
45	—	40
60	—	34
75	—	31
90	—	30

Er erklärt auch hieraus die elliptiſche Geſtalt der Halonen, welche **Newton**, **Whiſton** (Philoſ. Trans. no. 369.) und er ſelbſt, bemerkt hatten, indem der untere Halbmeſſer des Hofs jederzeit gröſser, als der obere, erſcheint, welches den verticalen Durchmeſſer ändert, indem der horizontale ungeändert bleibt. Endlich beſtätigt er dieſe ſehr richtige Theorie noch durch die Beyſpiele der Kometenſchweife und eines von **Cotes** geſehenen Meteors.

Nach dem Anführen des **Roger Baco** (Perſpectiv. p. 118. ed. Combach.) ſoll ſchon **Ptolemäus**, in ſeiner verlohren gegangenen Schrift von der Optik, die ſcheinbare Vergröſſerung der Sonne und des Monds am Horizonte auf dieſe Art erklärt haben, ob er ſie gleich in ſeinem Almageſt (L. I. c. 3.), ſo wie **Strabo** (Geogr. L. III. ſub init.), unrichtig aus der Stralenbrechung durch die Dünſte herleitet. **Alhazen** im ſiebenden Buche zeigt, daß die Stralenbrechung vielmehr eine Verkleinerung bewirken müßte, und erklärt das Phänomen für einen Geſichtsbetrug aus der gröſsern ſcheinbaren Entfernung des Himmels am Horizonte. Dieſe ſehr vernünftige Erklärung, welche auch **Hobbes** und **Gaſſendi** angenommen hatten, ward vom **P. Gouye** (Mém. de Paris, 1700.) und von **Molyneux** (Phil. Trans. no. 187.) wieder beſtritten, von **De-**

ſaguliers aber aufs neue vertheidigt und durch Verſuche beſtätiget.

Bertley (Eſſay towards a new theory of viſion, Dublin, 1709. 8. Sect. 68.) glaubt, der Mond ſehe im Horizonte größer und entfernter aus, weil er wegen der Dünſte matter leuchte. Dieſe Meynung nimmt auch Euler im dritten Theile der Briefe an eine deutſche Prinzeſſin (S. 317. u. f.) an, und erklärt daraus zugleich die plattgedrückte Geſtalt des Himmels. Smith führt aber gegen dieſe Erklärung des Berkley an, daß der Mond bey Tage und bey Mondfinſterniſſen in der Höhe geſehen, auch matter und doch nicht größer erſcheine, und daß man aus dieſer Hypotheſe keinen Grund von der Vergrößerung der Sternbilder oder des Abſtands der Fixſterne von einander angeben könne. Unſtreitig iſt es weit richtiger, dieſe Vergrößerung daraus herzuleiten, daß wir die Gegenſtände am Himmel da zu ſehen glauben, wo ihre Projection auf das ſcheinbare Gewölbe hinfällt; die Geſtalt dieſes Gewölbes ſelbſt aber aus der Verſchiedenheit des Urtheils über Entfernungen am Horizonte und in der Höhe, zu erklären, welches Smith ſehr umſtändlich ausführt, und S. 419. noch durch die Erſcheinung der lichten Stralen erläutert, welche aus dem ſcheinbaren Orte der Sonne hinter den Wolken ausfahren.

Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel, S. 504. u. f.

Himmelskugel, künſtliche, Globus caeleſtis artificialis, *Globe céleſte.* Eine Kugel von Holz oder Pappe, auf deren Fläche die Punkte und Kreiſe der Himmelskugel nebſt den Sternbildern und Fixſternen in den gehörigen Lagen und Verhältniſſen verzeichnet ſind, und die in einem dazu ſchicklichen Geſtell gedrehet werden kan — ein Modell der ſcheinbaren Himmelskugel.

Zwar erſcheint uns, dem vorhergehenden Artikel zufolge, der Himmel als ein plattgedrücktes Gewölbe; aber dieſe unregelmäßige Geſtalt hängt blos von einem Urtheile oder Geſichtsbetruge ab, und der Himmel muß, wenn wir bey der reinen optiſchen Darſtellung ſtehen bleiben, wo uns

nichts von einer verſchiedenen Entfernung der Stellen belehrt, für eine Fläche, deren Punkte vom Auge gleich weit abſtehen, d. i. für eine das Auge als Mittelpunkt umgebende **Kugelfläche** angenommen werden. Man ſetze alſo Taf. VIII. Fig. 2. das Auge in C, ſo kann der Kreis ZPRQNSHAZ einen Durchſchnitt der **Himmelskugel** oder **Sphäre** vorſtellen, auf der man ſich nun noch folgende Punkte und Kreiſe gedenkt, die ich hier, weil von jedem ein beſonderer Artikel handelt, nur mit wenigen Worten erwähne.

Punkte und Kreiſe der Himmelskugel.

Die Erde ſelbſt verdeckt uns jederzeit die untere oder **unſichtbare** Helfte des Himmels, welche von der obern **ſichtbaren** Helfte durch den größten Kreis HR, Taf. VIII. Fig. 2., der unſere Ausſicht begrenzt, den **Horizont**, getrennt iſt. Lothrecht auf die Ebne des Horizonts HR geht durch das Auge C die **Scheitellinie** ZN, welche an der Fläche des Himmels über uns den **Scheitelpunkt** oder das **Zenith** Z, unter uns das **Nadir** N trift, ſ. **Horizont, Zenith, Nadir.**

Die ganze Sphäre ſcheint ſich mit allen daran befindlichen Geſtirnen aller 24 Stunden ſo umzudrehen, daß dabey die Linie PS, die **Weltaxe**, und deren Endpunkte P und S, die **Weltpole**, unbewegt bleiben, alle übrige Stellen aber Kreiſe wie GF, KI etc. beſchreiben, welche alle mit einander parallel laufen, und **Tagkreiſe** genannt werden. Der in unſern Ländern ſichtbare Weltpol P heißt der **Nordpol**, der andere S der **Südpol**. Der größte Kreis ZPQNSAZ, welcher durch Zenith, Nadir und die beyden Weltpole geht, heißt der **Meridian** oder **Mittagskreis**. Er ſchneidet den Horizont in den Punkten H und R, dem **Mittags-** und **Mitternachtspunkte**, ſ. **Weltaxe, Weltpole, Mittagskreis.**

Der Horizont und Mittagskreis bleiben bey der täglichen Umdrehung der Sphäre unbewegt. Man ſagt, ſie liegen in der **unbeweglichen** Himmelskugel, in der ſich gleichſam eine andere **bewegliche** umdrehet.

Der größte Tagkreis AQ, der von den Weltpolen P und Q überall um 90° entfernt iſt, heißt der **Aequator**, theilt die Sphäre in die **nördliche** und **ſüdliche** Halbkugel AZPRQ und AHSNQ, und ſchneidet ſich mit dem Horizont und Meridian zu gleichen Helften. Mit ihm laufen die übrigen Tagkreiſe parallel und heißen daher auch **Parallelkreiſe**, ſ. Aequator.

Die Sonne durchläuft in ihrer jährlichen Bewegung den größten Kreis der Sphäre FGK, die **Ekliptik**, welche mit dem Aequator einen Winkel von $23\frac{1}{2}^{\circ}$ macht, deren **Pole** E und L alſo von den Weltpolen P und S ebenfalls um $23\frac{1}{2}^{\circ}$ abſtehen. Eben ſo weit ſtehen auch der nördlichſte und ſüdlichſte Punkt der Ekliptik F und K vom Aequator ab. Die Tagkreiſe oder Parallelkreiſe dieſer Punkte, GF und KI heißen die **Wendekreiſe**, die Tagkreiſe der Pole der Ekliptik, ED und TL, aber die **Polarkreiſe**, ſ. **Ekliptik, Pole, Wendekreiſe, Polarkreiſe.**

Größte Kreiſe durch die Weltpole, die alſo auf dem Aequator ſenkrecht ſtehen, heißen **Abweichungs-** oder **Stundenkreiſe**; größte Kreiſe durch die Pole der Ekliptik, alſo auf dieſe ſenkrecht, **Breitenkreiſe.**

Einrichtung der künſtlichen Himmelskugel.

Auf der Oberfläche einer Kugel iſt alles, was zur **beweglichen** Sphäre gehört, nebſt den beyden Weltpolen, den Sternbildern und vornehmſten Sternen nach ihrer gehörigen Länge und Breite, verzeichnet, auch ſind die Kreiſe, welche den Aequator und die Ekliptik vorſtellen, auf die gehörige Art eingetheilt. Was die Stunden und Breitenkreiſe betrift, ſo iſt es genug, durch jeden zehnten Grad des Aequators und der Ekliptik einen davon zu ziehen. Durch die beyden Pole wird die meſſingne Axe PS, Taf. XI. Fig. 71. durchgeſteckt, deren Enden bey P und S als feſte meſſingene Stifte nach der Richtung der Axe hervorragen.

Was die **unbewegliche** Sphäre betrifft, zu welcher der Meridian und Horizont gehören, ſo wird der **Meridian** durch den ſtarken meſſingenen Kreis oder Ring APQSA vorgeſtellt, durch welchen die Enden der Axe

bey P und S ſo hindurchgehen, daß ſich die Kugel innerhalb dieſes Kreiſes um die Axe frey herumdrehen läßt. Dieſer Kreis iſt in die vier Quadranten AP, QP, QS und AS, und jeder Quadrant in ſeine 90° ſo getheilt, daß 0° bey A und Q, 90° bey P und S zu ſtehen kömmt.

Der **Horizont** wird durch den flachen hölzernen oder pappenen, auf 4 Säulen ruhenden und das Geſtell ausmachenden Ring HOR vorgeſtellt, auf welchem ſich ein Kreis mit den gewöhnlichen Eintheilungen des Horizonts und den Namen der Weltgegenden befindet. Da es hier der Platz verſtattet, ſo bringt man auf dem Horizonte noch andere brauchbare Dinge, z. B. einen immerwährenden Kalender u. dgl. an. In zween Einſchnitte dieſes Ringes bey H und R wird der meſſingene Meridian APQ mit der darinn hängenden beweglichen Kugel eingelegt, der noch überdies um mehrerer Feſtigkeit willen bey N in einem Einſchnitte des Fußgeſtells ruhet. So ſtehen Meridian und Horizont feſt, und die Kugel läßt ſich innerhalb beyder um ihre Axe drehen. Der Meridian muß in den Einſchnitten H, N und R ſo locker liegen, daß man ihn verſchieben, und P nach Gefallen höher oder niedriger über R ſtellen kan.

An dem Stifte P iſt ein Zeiger ſo angebracht, daß er ſich zwar mit der Kugel und dem Stifte zugleich umdrehet, doch aber auch, wenn man einige Kraft anwendet, um den Stift allein gedrehet, und anders, als vorher, geſtellet werden kan. Den Stift als Mittelpunkt umgiebt ein kleiner am Meridian befeſtigter Kreis m n, der in 24 gleiche Theile getheilt, und mit den Zahlen der Tagesſtunden ſo bezeichnet iſt, daß die 2te Stunde ſich in m und in n, oder am Meridiane endigt. Weil eine ganze Umdrehung der Sphäre oder des Zeigers 24 Sternſtunden ausmacht, ſ. **Sternzeit**, ſo giebt der Zeiger an, wie viel Sternzeit jedem Theile einer Umdrehung zukömmt, und der Kreis m n heißt deswegen der **Stundencirkel**. Man kan ihn entbehren, wenn man den Aequator AQ der beweglichen Kugel ſelbſt in 12te Stunden theilt, wobey ſich noch überdies die Theilung bis auf Minuten fortſetzen läßt.

Endlich gehört noch hiezu ein auf die Kugel paſſender

Quadrant von Meſſingblech, der in ſeine 90° getheilt iſt, und mit dem einen Ende durch ein Druckſchräubchen an einen Punkt des Meridians befeſtigt werden kan. Er dient, Bogen gröſter Kreiſe auf der Kugel abzumeſſen, und heißt der **Höhenquadrant**, weil er mehrentheils im Zenith eingeſchraubt, und zu Abmeſſung der Höhen gebraucht wird.

Verfertigung der beweglichen Kugeln.

Man könnte, wie ehedem wohl geſchehen iſt, eine maſſive Kugel glatt abdrehen, und alsdann auf ihre Fläche die gehörigen Punkte, Kreiſe und Sternbilder auftragen. Das würde aber theils ſehr ſchwere, theils ſehr theure Kugeln geben. Leichter und wohlfeiler erhält man ſie, wenn ein Geripp von dünnen hölzernen Reifen mit Gyps in genauer Form einer Kugel überlegt, und dann mit Streifen überzogen wird, welche ſchon im voraus mit den gehörigen Kreiſen und Geſtirnen in Kupfer geſtochen, und auf Papier abgedruckt ſind. Eben das gilt auch von der Bereitung der künſtlichen Erdkugeln, daher ich bey dem Worte: **Erdkugel, künſtliche**, hieher verwieſen habe.

Ein ſolcher Streifen könnte etwa wie diejenigen ausſehen, die zu Bereitung der Aeroſtaten gebraucht werden, und im erſten Theile dieſes Wörterbuchs bey dem Worte: **Aeroſtat** (S. 70.) beſchrieben, auch daſelbſt Taf. I. Fig. 8. abgebildet worden ſind. Die Linie BCD könnte beym Auflegen in einen Bogen des Aequators gekrümmt und die Punkte A und E in die Weltpole gebracht werden, in denen am Ende die Spitzen aller gebrauchten Streifen zuſammen kommen würden. Dieſem Vorſchlage nach müſſen die Linien AB, AC, AD auf der Kugel Quadranten des Meridians, alſo einander gleich, werden, da ſie doch auf dem ebnen Papiere offenbar ungleich ſind. Man hilft dieſer Schwierigkeit dadurch ab, daß man das Papier anfeuchtet, worauf es ſich dergeſtalt dehnen läßt, daß die kürzere Linie AC ſich beym Aufziehen in eine längere ſtreckt. Inzwiſchen verändert dies doch die Stelle, welche die Kreiſe und Geſtirne auf und neben der Linie AC einnehmen,

und da bey den künſtlichen Erd- und Himmelskugeln viel auf die Genauigkeit dieſer Stellen ankömmt, ſo muß bey Verzeichnung der Streifen auf dieſe Dehnung des Papiers Rückſicht genommen werden.

Vorſchriften zur Verzeichnung ſolcher Streifen findet man unter andern beym **Doppelmayr** (Dritte Eröfnung der Bionſchen mathematiſchen Werkſchule, Nürnb. 1721. 4. S. 2.). Die Gründe derſelben hat zuerſt **Pieter Smit** (Coſmographia, of Verdeelinge van de geheele Wereld, Amſterd., 2te Ausg. 1720.) angegeben. Beurtheilungen davon und die eigentliche Theorie giebt Herr **Käſtner** (De faſciis globis obducendis, in Comment. Soc. R. Sc. Gotting. 1778. Claſſ. Mathem.), der auch eine ältere Abhandlung von **Lowitz** über dieſen Gegenſtand (Comment. Soc. R. Sc. antiquiores, To. I. ad ann. 1778.) hat abdrucken laſſen. Die nürnbergiſchen und augſpurgiſchen Kupferſtichhändler verkaufen ſolche Streifen, nach den Doppelmayriſchen Vorſchriften geſtochen, zu Kugeln von verſchiedenen Größen.

Gebrauch der künſtlichen Himmelskugel.

Man ſieht aus der beſchriebnen Einrichtung der künſtlichen Himmelskugel leicht, daß ſie ein genaues Modell des ſcheinbaren Himmels ſelbſt darſtellet, an dem man alſo das Meiſte, was ſich dort im Großen zeigt, im Kleinen nachahmen und abmeſſen kan, daher ſich die meiſten Aufgaben der ſphäriſchen Sternkunde durch den Globus mechaniſch auflöſen laſſen. Es iſt dazu nichts weiter nöthig, als dieſem Modelle für jeden Ort und jede Zeit die gehörige Stellung zu geben.

Man verlangt z. B. die Stellung der Sphäre für Leipzig am kürzeſten Tage, Abends um 6 Uhr, vor ſich zu ſehen. Da die Breite oder Polhöhe von Leipzig ohngefähr $51\frac{1}{3}°$ beträgt, ſ. **Breite, geographiſche**, ſo verſchiebe man Taf. XI. Fig. 71. den meſſingnen Meridian APQS in den Einſchnitten H, N, R ſo lange, bis der Bogen PR, oder die Höhe des Pols P über den Horizont $51\frac{1}{3}°$ enthält. Man ſuche ferner aus den aſtronomiſchen Ephe-

meriden, oder auch aus dem auf dem Horizonte verzeichneten Kalender den Ort der Sonne für den Mittag des gegebnen Tages. Er wird in dem angenommenen Beyſpiele ohngefähr 0° ♑ oder im Anfange des Steinbocks ſeyn. Dieſen Ort ſuche man in der auf der Kugel verzeichneten Ekliptik auf, drehe die Kugel ſo lange, bis derſelbe Ort zwiſchen P und H unter den Meridian kömmt, halte ſie in dieſer Stellung feſt, und drehe den Zeiger des Stundenkreiſes bey unverrückter Kugel auf die zwölfte Stunde bey m. Endlich laſſe man die Kugel los, und wende ſie ſo lange weiter nach der Abendſeite um, bis der Zeiger die ſechſte Abendſtunde trift, ſo zeigt der Globus im Kleinen die Stellung des Himmels für dieſe Zeit in einem genau ähnlichen Modelle. Man wird daran ſehen, daß die Sonne ſchon tief unter dem Horizonte ſey, man wird finden, welche Geſtirne nach jeder Weltgegend zu über dem Horizonte ſtehen, welche eben im Auf- oder Untergehen begriffen ſind, welche im Mittagskreiſe ſtehen; der Höhenquadrant im Scheitelpunkte angeſchraubt, wird die Höhe jedes Sterns angeben u. ſ. w.

Führt man den Ort der Sonne oder das Bild eines Sterns in den Mittagskreis oder in den Morgen- und Abendhorizont, ſo giebt der Zeiger auf dem Stundencirkel die Stunde der Culmination, oder des Auf- und Untergangs an, woraus ſich bey der Sonne die Tageslänge, bey den übrigen Geſtirnen die Dauer ihrer Sichtbarkeit u. dgl. finden läßt.

Es iſt hier nicht der Ort, die mannichfaltigen Aufgaben, die ſich hierdurch mechaniſch auflöſen laſſen, umſtändlich anzuführen. Es handeln davon die meiſten Lehrbücher der Sternkunde; außerdem auch eigne Anweiſungen von **Blaeu** (Inſtitutio aſtronomica de uſu globorum, Amſt. 1634. 1652. 8.), **Lulofs** (Introd. ad cognitionem atque uſum utriusque globi, Lugd. Bat. 1748. 8.), **Adams** (Treatiſe deſcribing the conſtruction and explaining the uſe of new celeſtial and terreſtrial globes, the 2d edit. London, 1769. 4.) und **Scheibel** (Vollſtändiger Un-

terricht vom Gebrauch der künſtlichen Himmels- und Erdkugel, Breslau 1779. 8. 2te Aufl. 1785. 8.).

Freylich können dieſe Auflöſungen der Natur der Sache nach keine Schärfe gewähren, und ſind alſo, wo Genauigkeit erfordert wird, ſchlechterdings unzulänglich. Sie bleiben aber doch, wo man ſich mit mittelmäßiger Richtigkeit befriedigen darf, äußerſt bequem, und helfen ſogar, wenn man ſchärfere Rechnungen anſtellt, durch den bloßen ſinnlichen Anblick entſcheiden, ob z. B. die berechnete Seite eines Kugeldreyecks über oder unter 90°, ob der berechnete Winkel ſtumpf oder ſpitzig ſey u. dgl., welches die Rechnung ſelbſt in vielen Fällen unentſchieden läßt. **Wolfs** Urtheil (Anfangsgr. der Aſtr. 2te Erkl. §. 11.), daß der Globus nur für die ſey, welche nicht denken können oder wollen, iſt übertrieben hart, und es wird nicht leicht ein praktiſcher Aſtronom den Gebrauch des Globus gänzlich aufgeben.

Die künſtliche Himmelskugel, gehörig nach Ort und Zeit geſtellt, zeigt, nach welcher Weltgegend und in welcher Höhe jedes Sternbild zu finden ſey, und wird dadurch ein ſehr gutes Hülfsmittel, die Sterne kennen zu lernen. Nur hat ſie das Unbequeme, daß wir an ihr die Sterne auf der äußern oder erhabnen Seite finden, da der Himmel dieſelben an der innern hohlen Fläche zeigt. Daher ſtehen auf dem Globus die Sternbilder verkehrt. Die Einbildungskraft aber hilft dieſem Umſtande leicht ab, und es ſcheint mir nicht der Mühe werth, blos dieſerwegen Kugeln mit Oefnungen, durch die man in das Innere ſehen kan, oder hohle Halbkugeln und Sternkegel zu gebrauchen, wo die Kreiſe und Sterne auf der innern Fläche verzeichnet ſind, ſ. **Sternkegel**.

Geſchichte der künſtlichen Himmels- und Erdkugeln.

Die Modelle der Himmelskugel bey den Alten, von welchen **Fabricius** (Biblioth. graeca, L. IV. c. 14. p. 455. ſqq.) redet, ſcheinen gröſtentheils Armillarſphären geweſen zu ſeyn, ſ. **Ringkugel**. **Diodor** erklärt die Fabel

vom **Atlas**, der den Himmel trägt, dadurch, daß ein mauritaniſcher Fürſt dieſes Namens die erſte Kugel mit darauf verzeichneten Geſtirnen verfertiget habe. Nach der Muthmaßung des **Gaſſendi** (Opp. To. V. p. 375.) ſoll **Eudoxus** von **Cnidus** 190 Jahre v. C. G. eine ſolche zu Stande gebracht, und die Sternbilder des Aratus darauf geſetzt haben. In einer Stelle des **Diogenes Laertius** aber (Vit. Philoſoph. in prooem.), welche ſagt, daß **Muſäus** eine Theogonie und Sphäre gemacht habe, iſt das griechiſche Wort (ποιῆσαι) wohl von Verfertigung eines Gedichts zu verſtehen. Die Vorſtellungen der Erdkugel ſcheinen den Alten bekannter geweſen zu ſeyn, und **Ptolemäus** hat darüber in ſeiner Geographie ein eignes Capitel (Geogr. L. I. c. 22. τὴν οἰκουμένην ἐν σφαίρᾳ καταγράφειν).

In neuern Zeiten beſchäftigten ſich vom funfzehnten Jahrhunderte an Regiomontan, Schoner, **Hartmann** u. a. mit Verfertigung von Himmelskugeln, die aber noch ſehr unvollkommen waren. **Martin Behaim**, ein nürnbergiſcher Patricier (ſ. **Doppelmayr's** Nachricht von den nürnbergiſchen Mathematicis und Künſtlern, Nürnb. 1750. Fol. S. 1. u. f.), der in Portugall lebte, und viele Seereiſen gemacht hatte, verfertigte um das Ende des 15ten Jahrhunderts künſtliche Erdkugeln, wovon noch eine auf der Bibliothek zu Nürnberg aufbewahrt wird, und in Doppelmayrs Buche abgebildet iſt. Im 16ten Jahrhunderte haben ſich **Fracaſtori** in Italien, **Gemma Friſius**, **Gerhard Mercator** und **Jodocus Hond** durch Bereitung künſtlicher Erdkugeln hervorgethan, und **Tycho de Brahe** brachte im Jahre 1583 eine ſehr koſtbare meſſingene Himmelskugel von 6 Fuß Durchmeſſer zu Stande, welche zu Kopenhagen im Jahre 1728 mit der daſigen Sternwarte verbrannte.

Aus dem 17ten Jahrhunderte ſind die Erd- und Himmelskugeln der Gebrüder **Wilhelm Janſon** und **Johann Janſon Blaeu** oder **Cäſius** in Amſterdam vorzüglich berühmt. Eine Erdkugel von 7 Fuß Durchmeſſer, 1645—1650 von den Erben des **Wilhelm Blaeu** ver-

fertiget, wird auf der Kunſtkammer in Petersburg aufbehalten. Die große gottorpiſche Weltkugel, welche für den Herzog Friedrich von Holſtein von 1656 bis 1664 durch **Andreas Buſch** aus Limburg gebaut ward, hatte 11 Schuh im Durchſchnitt, ſtellte von innen den Himmel und von außen die Erde vor, hatte inwendig an der Axe einen Tiſch mit Bänken für 12 Perſonen, und am Horizonte eine Gallerie. Dieſe große Maſchine iſt in Petersburg reparirt worden, und ſteht noch daſelbſt in einem eignen Hauſe. **Erhard Weigel**, Profeſſor zu Jena, der auch über die Globen geſchrieben hat (Beſchreibung der verbeſſerten Himmels- und Erdengloben, Jena, 1681. 4.) verfertigte große Kugeln von Kupfer und Meſſing, zum Theil mit ſeinen heraldiſchen Sternbildern bezeichnet. Er durchlöcherte die Stellen der Sterne, und machte in die Kugelfläche Oefnungen, durch welche man die Sterne in der hohlen Fläche als helle Punkte ſahe. Eine ſehr große Kugel von dieſer Art, in welcher dreyßig Perſonen Raum haben, befindet ſich in Kopenhagen.

Am meiſten hat ſich durch Verfertigung großer Globen zu Anfang des gegenwärtigen Jahrhunderts der venetianiſche Kosmograph **Vincenz Coronelli** ausgezeichnet. Von ihm ſind die beyden für Ludwig XIV. verfertigten Kugeln von 13 Schuh Durchmeſſer, welche zu Marly ſtehen, und ihrer Größe ungeachtet, wegen ihres genauen Gleichgewichts, mit einem Finger bewegt werden können *). Der Holländer **Gerhard Valk** lieferte wohlfeilere Globen, die aber von den franzöſiſchen und engliſchen des **de l'Isle** und **Moll** an Genauigkeit übertroffen wurden. In Deutſchland eröfnete **Ludwig Andreä** zu Nürnberg die erſte Officin von Erd- und Himmelskugeln in leidlichen Preiſen, welchem **Enderſch** zu Elbingen in Preuſſen und die **homanniſche Officin** nachfolgten. Die letztere übertrug die Veranſtaltung im Jahre 1728 dem Profeſſor **Doppelmayr**, der ſie durch **Puſchner** in drey verſchiednen Gröſ-

*) Auf dieſen Umſtand bezieht ſich die darauf geſetzte übertriebene Schmeicheley: Inclusa Gallorum proh! quanta potentia regis En digito coeli volvit et orbis opus.

ſen zu 6 Zoll, 8 Zoll und 1 rheinl. Fuß im Durchſchnitte, verfertigen ließ, von welcher Art ſie auch noch jetzt am leichteſten zu haben ſind.

Im Jahre 1749 arbeitete die koſmographiſche Geſellſchaft zu Nürnberg an Verfertigung größerer und genauerer Erd- und Himmelskugeln (Avertiſſement des heritiers de Homann ſur la conſtruction de grands globes à Nuernb. 1746. fol. Second avertiſſ. par *Ge. Maur. Lowiz.* 1749. 4. Troiſieme avertiſſ. par *Lowiz,* 1753. 4.). Sie kam zwar damit nicht zu Stande, hat aber doch kleine ſehr brauchbare geliefert. **Robert de Vaugondy** verfertigte 1752 ein paar Globen von 6 Fuß Durchmeſſer für den König von Frankreich, auf welche 1764 des **de la Caille** ſüdliche Sternbilder, und 1774 die Entdeckungen der engliſchen Seefahrer im Südmeere und der ruſſiſchen zwiſchen Aſien und Amerika nachgetragen worden ſind. Die koſmographiſche Geſellſchaft zu Upſal hat ſeit dem Jahre 1766 durch den Graveur **Ackermann** und nach deſſen Tode durch Herrn **Akrell** in Stockholm Kugeln von 2 Schuh, 1 Schuh und 5 Zoll im Durchmeſſer, ſo wie **Adams** in London 1769, und **de la Lande** in Paris 1777 unter verſchiedenen Größen geliefert, welche ſämtlich wegen ihrer Genauigkeit und Vollſtändigkeit in Abſicht der neuſten Entdeckungen ſehr empfohlen zu werden verdienen.

Käſtner Anfangsgr. der angew. Mathematik, der mathem. Anfangsgr. II. Theil, 2te Abtheil. Dritte Aufl. Göttingen 1781. 8. Aſtronomie, § 119.

Pfennigs Anleitung zur Kenntniß der mathematiſchen Erdbeſchreibung. Berlin und Stettin, 1779. 8. Cap. 15. S. 116. u. f.

Hitze. Blos die deutſche Sprache unterſcheidet höhere Grade der fühlbaren Wärme durch den eignen Namen der Hitze, den man gewöhnlich denjenigen Graden der Wärme beylegt, welche dem Gefühl unerträglich oder ſchmerzhaft werden.

Höfe um Sonne und Mond, Halonen, Halones, Coronae, *Halons*, *Couronnes*. Kreiſe oder Ringe, welche zu gewiſſen Zeiten die Sonne, den Mond, auch

wohl die größern Sterne zu umgeben ſcheinen, und bald weiß, bald wie Regenbogen gefärbt ſind. Im letztern Falle iſt die rothe Farbe gewöhnlich die innerſte. Bisweilen ſieht man mehrere concentriſche Ringe auf einmal. Ihr Durchmeſſer beträgt mehrentheils 45 Grade, doch kan er auch andere Größen haben, und von 2° — 90° gehen. Sie werden vom Winde zerſtreut, und an Orten, die einige Meilen aus einander liegen, nicht zugleich geſehen. Daher kan die Urſache ihrer Entſtehung nicht hoch im Luftkreiſe liegen.

Man ſieht einen ſolchen Hof um jedes Licht, das man im kalten durch aufſteigenden Dunſt vom warmen Waſſer, durch angehauchte oder leicht überfrorne Fenſterſcheiben u. dgl. betrachtet. Wenn man Luft unter eine vorher luftleere Glocke läßt, und jenſeits derſelben ein Licht ſetzt, ſo erſcheint um daſſelbe ein Hof, ſo bald ſich die in der Luft enthaltene Feuchtigkeit niederſchlägt. Dies hat ſchon **Otto von Guerike** (Experimenta de vacuo ſpatio, L. III. cap. 11. p. 89.) beobachtet. **Muſſchenbroeck** (Introd. ad philoſ. nat. To. II. §. 2450.) ſahe durch ſein überfrornes Stubenfenſter einen Ring um den Mond, welcher verſchwand, wenn er das Fenſter öfnete. Man ſieht hieraus, daß die Höfe durch die Brechung der Lichtſtralen in den wäſſerichten Theilen des Luftkreiſes entſtehen. Die umſtändliche Erklärung der Höfe aber mit allen beſondern Erſcheinungen hat viele Schwierigkeiten, und es ſcheint dabey nicht allein auf die allgemeinen Geſetze der Stralenbrechung, ſondern auch auf die Eigenſchaften der dünnen Scheibchen anzukommen, welche bey dem Worte: **Farben** erwähnt worden ſind.

Descartes ſchreibt in ſeiner Dioptrik die Entſtehung der Höfe den in der Luft ſchwebenden Eistheilen zu, welche nach ihrer verſchiedenen Erhabenheit denſelben bald größere bald kleinere Durchmeſſer geben ſollen. **Gaſſendi** (De meteoris, in Opp. Vol. II. p. 103.) und **Dechales** (Curſus mathemat. Vol. III. p. 758.) ſuchen die Höfe, wie den Regenbogen, zu erklären. Aber keiner von beyden beſtimmt deutlich, wie hiebey die gehörigen Farbenſtralen

ins Auge kommen. Dechales bringt zwar einen Verſuch bey, wo eine mit Waſſer gefüllte Glaskugel hinter ſich einen farbigen Ring bildet, an dem die Stralen des Randes mit der Axe einen Winkel von 23° machen; man kan aber dies nicht ungezwungen auf die Höfe anwenden, deren Durchmeſſer ſich auch gar nicht an die Größe von 46° binden.

Die vornehmſte Theorie der Höfe iſt die von **Huygens** (Philoſ. Trans. Vol. V. no. 60. Diſſ. de coronis et parheliis, in Opp. reliquis, Amſt. 1728. 4.), welcher zu dieſem Behuf in der Atmoſphäre durchſichtige Kügelchen mit einem undurchſichtigen Kerne, von der Größe des Rübſaamens, annimmt. Wenn A, B, C, Taf. XI. Fig. 72. ſolche Kügelchen ſind, auf welche die mit der Linie OD parallelen Sonnenſtralen fallen, ſo werden die auf den Kern fallenden Stralen gänzlich aufgehalten, die zunächſt am Kerne hingehenden aber in D, E, F unter einem Winkel zuſammengelenkt, deſſen Größe auf das Verhältniß des Kerns zur ganzen Kugel ankömmt. Geſetzt, dieſer Winkel ſey 47°. Nun ſtehe das Auge in O, und ſehe die Sonne nach der Linie OA; man ſetze an OA einen Winkel AOC, der der Helfte jenes Winkels gleich, oder hier $23\frac{1}{2}$° iſt. So wird das Auge von allen zwiſchen A und C liegenden Kügelchen keine Sonnenſtralen erhalten. Denn von B z. B. werden die Stralen, die zunächſt am Kerne vorbeygehen, nach H und K kommen, und das Auge verfehlen; diejenigen, ſo noch weiter gegen den Rand zu einfallen, werden noch weiter nach N und M abgelenkt. C wird alſo die erſte Kugel ſeyn, von der der Punkt O wiederum den Stral CO erhält. Dreht man nun die Figur um die Axe OA, ſo ergiebt ſich leicht, daß innerhalb eines Kreiſes vom Halbmeſſer $23\frac{1}{2}$°, oder vom Durchmeſſer 47°, dieſe Kügelchen alle Sonnenſtralen abhalten, dagegen die am Umfange dieſes Kreiſes liegenden wieder Sonnenlicht ins Auge ſenden, woraus die Erſcheinung eines dunkeln Flecks um die Sonne ſelbſt, und eines hellen Kreiſes von beſtimmtem Durchmeſſer um das Dunkle, folget. Man kan ſich auch die Entſtehung und Ordnung der Farben hiebey erklären, weil die rothen Stralen, die am wenigſten

gebrochen werden, nach der Brechung den kleinſten Winkel mit der Axe machen, und alſo das Auge im geringſten Abſtande der Kügelchen von A treffen, daher die rothe Farbe die innerſte ſeyn muß. Dieſe Kügelchen nimmt **Huygens** für einen feinen Schnee an, der durch die Bewegung in der Luft eine runde Geſtalt bekommen habe, und von außen her aufgethauet ſey. Er berechnet das Verhältniß der Halbmeſſer des Kügelchens und des Kerns, wie 1000 zu 12, wenn der Hof 1 Grad im Durchmeſſer hat, 1000 zu 480 für 45°, zu 680 für 90°, und zu 730 für 120° Durchmeſſer.

Weidler (Diſſ. de parheliis. Viteb. 1738. 4.) hält es für unwahrſcheinlich, daß ſolche Körper, wie Huygens vorausſetzt, mit genau abgemeſſenen Kernen von völlig gleichen Verhältniſſen, vorhanden ſeyn ſollten, zumal da die Höfe ſich auch um Lichtflammen zeigten, wo es ſolche Körper mit Kernen gewiß nicht gebe. Er erklärt das Phänomen aus kleinen Tropfen, worinn die Stralen zweymal gebrochen und zweymal zurückgeworfen werden. **Mariotte** leitet die kleinen Höfe von einer zweymaligen Brechung des Lichts in wäſſerichten Dünſten her; die mit zwo Reihen von Farben aus kleinen erhabnen Stücken Schnee; und die größern aus gleichſeitigen Priſmen von Eis, welche gegen die Sonne eine gewiſſe Lage haben.

Newton (Optice L. II. P. 2. prop. 9.) äußert gelegentlich ſeine Meynung dahin, daß die größern und weniger abwechſelnden Erſcheinungen der Höfe von den allgemeinen Geſetzen der Brechung, die kleinern und veränderlichen aber von den Farben dünner Blättchen abhängen. Das Licht durch ſphäriſche Tropfen und Hagelkörner zweymal ohne Zurückwerfung gebrochen, müßte 26° von der Sonne am ſtärkſten ſeyn, und von da aus auf beyden Seiten allmählich abnehmen. Platt gedrückte Hagelkörner könnten Höfe von kleinern Durchmeſſern bilden, die inwendig roth, auswendig blau erſchienen; **Huygens** inwendig undurchſichtige Körner erklärten das Phänomen ſehr gut, und das Licht, welches erſt nach zwey Brechungen und drey oder mehr Zurückwerfungen ins Auge komme, ſey zu

ſchwach, um ſo helle Bogen zu bilden. An einer andern Stelle (Opt. L. II. P. IV. Obſ. 13.) nimmt er die Farben an dünnen Scheibchen und die Anwändlungen des leichtern Durchgehens oder Zurückgehens zu Hülfe, woraus beym Durchgange des Lichts durch kleine Tropfen concentriſche Kreiſe entſtehen müſſen. Für Waſſertropfen von $\frac{1}{100}$ Zoll Durchmeſſer müßte der Durchmeſſer des erſten rothen Ringes $7\frac{1}{4}°$, des zweyten $10\frac{1}{4}°$, des dritten $12\frac{1}{2}°$ ſeyn, und für noch kleinere Waſſerkügelchen müßten die Ringe größer werden. Er ſucht dies durch Beobachtungen von concentriſchen bunten Höfen zu beſtätigen, die er um die Sonne im Junius 1692, um den Mond im Februar 1664 geſehen hat. Die Farben der Ringe hielten faſt eben die Ordnung, die man an den concentriſchen Ringen zwiſchen zuſammengedrückten Gläſern wahrnimmt, ſ. **Farben**. Bey der letztern Beobachtung war der innere Ring 3°, der zweyte $5\frac{1}{4}°$ groß. Zugleich erſchien ein großer Hof um den Mond von $22\frac{1}{2}°$ Durchmeſſer. Dieſer hatte eine **elliptiſche** Geſtalt, welche aber **Smith** ſehr richtig aus dem bekannten Geſichtsbetruge erklärt, durch welchen wir den Mond ſelbſt am Horizonte für größer, als in der Höhe, halten, ſ. **Größe, ſcheinbare.**

Bouguer (Mém. de Paris 1744. ſ. auch **Ulloa's** Reiſen in der allgemeinen Hiſtorie der Reiſen, Th. IX.) ſahe auf dem Pichincha in Peru bey Aufgang der Sonne auf einer 30 Schritt entfernten Wolke ſeinen Schatten, am Kopfe mit einer Glorie von 3 — 4 concentriſchen Kreiſen von lebhaften Regenbogenfarben umgeben, und in der Entfernung mit einem großen weißen Kreiſe umſchloſſen. Die Durchmeſſer der kleinen Kreiſe waren $5\frac{2}{3}$, 11 und 17°, der des größern 67°. Dieſe Erſcheinung ſahen er und ſeine Gefährten hernach oft wieder, aber nur in Wolken, die aus gefrornen Theilchen beſtanden, niemals in Regentropfen; und wenn die Sonne ſchon über den Horizont hinauf war, ſahen ſie nur noch den obern Theil des weißen Kreiſes. Eine ähnliche Erſcheinung ſeines mit Regenbogen umgebnen Schattens nahm auch **D. Mac-Fait** (Edinburgh Eſſays, Vol. I. p. 198.) auf einer Anhöhe in Schott-

land bey einem Nebel wahr. Man findet übrigens noch einiges hieher gehörige bey dem Worte: **Nebenſonnen.**

Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel, S. 432. u. f.

Höhe eines Orts, Altitudo loci, *Hauteur d'un lieu.* Die Perpendikularlinie oder das Loth aus einem Orte, auf die verlängerte Horizontalfläche eines andern, wird jenes Orts Höhe über dieſen genannt. Die Höhe des Aetna über Catania iſt das Loth aus dem Gipfel des Aetna auf die Horizontalfläche von Catania. Es wird hiebey nicht die ſcheinbare Horizontalebne, ſondern die mit der Erdfläche ſelbſt concentriſche krumme Horizontalfläche verſtanden, ſ. **Horizontal.** Die Höhen der Orte werden gewöhnlich von der Meeresfläche aus gerechnet, welches jederzeit anzunehmen iſt, wo nicht ausdrücklich etwas anders erinnert wird. Mit den Meſſungen der Höhen beſchäftigt ſich eine eigne Abtheilung der praktiſchen Meßkunſt; von dem Gebrauche des Barometers hiezu, ſ. den Artikel: **Höhenmeſſung, barometriſche.**

Die Höhen der vornehmſten Berge auf der Erdfläche ſind bey dem Worte: **Berge** angegeben, wobey noch zu bemerken iſt, daß nach dem Berichte des **Molina** (Verſuch einer Naturgeſchichte von Chili, aus dem Ital., Leipz. 1786. 8.) der **Descabeſado** in Chili dem Chimboraço in Quito an Höhe nichts nachgeben ſoll.

Höhe eines Geſtirns, Altitudo aſtri, *Hauteur d'un aſtre.* Der zwiſchen dem Horizonte und einem Geſtirne oder andern Punkte des Himmels enthaltne Bogen eines Scheitelkreiſes. Dieſer Bogen iſt das Maaß des Winkels, welchen die nach dem Sterne oder Punkte gezogne Geſichtslinie mit der Horizontalebne macht. Der Abſtand vom Scheitel iſt das Complement der Höhe zu 90°, weil der zwiſchen Scheitel und Horizont enthaltene Bogen des Scheitelkreiſes überall 90° ausmacht.

Wenn ein Geſtirn eben im Auf- oder Untergehen begriffen iſt, ſo iſt ſeine Höhe = 0. Die größte Höhe aber erreichen die Geſtirne, bey ihrem täglichen Umlaufe, im Mit-

tagskreiſe, ſ. **Culmination, Mittagshöhe.** Azimuth und Höhe zuſammen beſtimmen den Ort eines Sterns für den Augenblick, da man ſie beobachtet hat, aber wegen des Fortrückens der Sterne ändern ſich dieſe Beſtimmungen alle Augenblicke.

Die Höhen der Sterne werden, wie Winkel in der Geometrie, gemeſſen. Nur werden hier künſtlichere Werkzeuge und mehr Aufmerkſamkeit erfordert. Von dem vornehmſten dieſer Werkzeuge werde ich bey dem Worte: **Quadrant, aſtronomiſcher** einige Nachricht geben. Die Mittagshöhen, zu deren Beobachtung der Mauerquadrant dient, ſind in mancherley Abſichten die brauchbarſten, ſ. **Mittagshöhe.** Gleich große Höhen eines Sterns vor- und nach ſeinem Durchgange durch den Mittagskreis, werden **übereinſtimmende** oder **zuſammengehörige Höhen** (altitudines correſpondentes) genannt.

Höhenmeſſung, barometriſche, Altitudinum menſuratio ope barometri, *Determination des hauteurs par le moyen du barométre.* Die Methoden, Höhen der Berge und Orte zu meſſen, gehören zwar ſämmtlich zur praktiſchen Meßkunſt; allein die Höhenmeſſungen durchs Barometer gründen ſich ganz auf eine phyſikaliſche Theorie, welche den Gegenſtand dieſes Artikels ausmachen wird.

Gleich nach der Erfindung der Torricelliſchen Röhre im Jahre 1643 (ſ. **Barometer**) ließ **Paſcal** durch ſeinen Schwager, den Rath **Perrier** zu Clermont in Auvergne, Verſuche darüber anſtellen, ob das Queckſilber in dieſer Röhre, ſeiner Vermuthung nach, auf dem Gipfel eines Berges niedriger, als am Fuße deſſelben ſtehen werde. Dies mußte erfolgen, wofern die Queckſilberſäule vom **Drucke der Luft** erhalten ward; dieſe Säule mußte auf dem Berge, wo die Röhre weniger Luft über ſich hatte, kürzer ſeyn, als unten, wo eine höhere Luftſäule gegen ſie drückte. **Paſcal** (Traité de l'équilibre des liqueurs et de la peſanteur de la maſſe d'air. Paris, 1663. 12.) meldet, **Perrier** habe am 19. Sept. 1648. den Stand des Queckſilbers im Garten des Kloſters der Minimen zu Cler-

mont 26 Zoll 3½ Lin., auf der Spitze des **Puy de Dome** aber nur 23 Zoll 2 Lin. gefunden, daß alſo für dieſen etwa 500 Toiſen hohen Berg der Unterſchied 3 Zoll 1½ Lin. betrage. Paſcal ſelbſt fand das Queckſilber auf dem 24 Toiſen hohen Thurme der Kirche St. Jaques de la Boucherie in Paris über 2 Lin. niedriger, als unten. Er ſchließt hieraus nicht nur, daß die Luft wirklich **ſchwer** ſey, und daß die Queckſilberhöhe in der Torricelliſchen Röhre ihr Gewicht anzeige, ſondern vermuthet auch ſchon, daß man hieraus Mittel finden werde, die Höhe eines Orts über andere von ihm entfernte abzumeſſen. **Descartes** beklagt ſich in einem am 11. Jun. 1649 geſchriebenen Briefe (Renati Descartes Epiſtolae, Amſt. 1682. P. III. Ep. 67.), daß ihm Paſcal nicht antworte, da er demſelben doch ſchon vor 2 Jahren den Gedanken angegeben habe, das Queckſilber müſſe fallen, wenn man mit dem Barometer höher ſteige. Er ſchreibt Paſcals Stillſchweigen deſſen Verbindungen mit ſeinem Gegner **Roberval** zu. Dem ſey nun, wie ihm wolle, ſo iſt doch die Ausführung und der Vorſchlag einer Anwendung auf Höhenmeſſungen unſtreitig **Paſcaln** allein eigen.

Etwa zwanzig Jahre darauf ward durch **Boyle** und **Mariotte** das unter dem Namen des **mariottiſchen** bekannte Geſetz entdeckt, daß ſich die Dichte der Luft, wie der Druck, den ſie trägt, verhalte, ſ. **Luft**. **Mariotte** ſchrieb hierüber ein für die damalige Zeit vortrefliches Buch (Diſcours de la nature de l'air. 1676. 8. und in den Oeuvres de Mr. Mariotte, à la Haye, 1740. 4. To. I.), welches den erſten Verſuch einer Regel für Höhenmeſſungen mit dem Barometer enthält. Erfahrungen in den Kellern der pariſer Sternwarte zeigten, daß das Barometer um 1 Linie fiel, wenn man es 63 Fuß höher brachte; wofür Mariotte zu Erleichterung der Rechnung 60 Fuß annimmt, um welche das 28 Zoll oder 336 Lin. zeigende Barometer erhoben werden müſſe, um 335 Lin. zu zeigen. Nun ſtellt er ſich die Atmoſphäre in Schichten getheilt vor, in deren jeder das Barometer $\frac{1}{12}$ Lin. tiefer fällt, deren jede alſo gleiche Maſſen Luft enthält. Die unterſte oder **erſte** der-

ſelben iſt $\frac{1}{12}$. 60 oder 5 Fuß hoch, und die Anzahl aller bis ans Ende der Atmoſphäre iſt 12. 336 = 4032.

Nach dem mariottiſchen Geſetze trägt im Anfange der 2016ſten Schicht, wo das Barometer nur noch 14 Zoll oder $\frac{2016}{12}$ Lin. zeigt, die Luft nur halb ſo viel Druck, und ihre Dichte iſt nur halb ſo groß, als unten, mithin die Höhe der Schicht ſelbſt doppelt ſo groß oder 10 Fuß. Ueberhaupt wird man, um jeder einzelnen Schicht Höhe zu finden, die Formel $\frac{4032 . 5}{y}$ brauchen müſſen, wenn y die Barometerhöhe am Anfange der Schicht, in Zwölftheilen der pariſer Linie ausgedrückt, bedeutet. So machen die Höhen der Schichten zuſammen folgende Reihe aus:

$$\frac{4032.5}{4032} + \frac{4032.5}{4031} + \frac{4032.5}{4030} \ldots + \frac{4032.5}{y+1} + \frac{4032.5}{y}$$

Von dieſer Reihe geben alle Glieder bis $\frac{4032.5}{y+1}$, einzeln berechnet und **addirt**, die ganze Höhe der Luftſäule bis dahin, wo die Barometerhöhe = y iſt. Die Schicht, welche zum Diviſer y ſelbſt hat, liegt über dem Orte der Beobachtuug, und darf alſo in deſſen Höhe nicht mit eingerechnet werden. Die Mühe dieſer Berechnung aber wird Mariotten zu groß; er nimmt daher an, die Reihe (welche eigentlich eine **harmoniſche** iſt) ſey eine **arithmetiſche** von eben ſo viel Gliedern, deren erſtes Glied = 5 das letzte = $\frac{4032.5}{y+1}$ ſey. Dieſe ſummirt er, um die Höhe zu finden, nach den gewöhnlichen Regeln für die Summe arithmetiſcher Reihen.

Herr **de Lüc** (Unterſ. über die Atmoſph. Th. I. S. 296.) hat ſich die Mühe gegeben, die Mariotte ſcheute, durch einzelne Berechnung und Summirung der Glieder, die Höhen für die Barometerſtände von 28 bis 16 Zoll, für alle einzelne Zolle zu ſuchen, und in eine Tabelle zu bringen, wobey auch für 1 Linie Queckſilber-Fall wieder 63 Fuß

ſtatt 60 geſetzt, die Schichten aber 1 Lin. hoch angenommen werden. Bey meiner Ueberſetzung des de Lücſchen Werks fand ich einen in alle Zahlen dieſer Tabelle eingeſchlichenen Rechnungsfehler, den ich (S. 243. u. f. Anm.*)) angezeigt und berichtigt habe. Dieſe Tabelle giebt für den Barometerſtand auf dem **Coraçon** 15 Zoll 10 Lin., die Höhe 12039 Fuß oder 2006 Toiſen über die Meeresfläche. Es beträgt aber dieſelbe nach dem Art. **Berge** (Th. I. S. 302.) 2470 Toiſen; alſo giebt Mariotte's Verfahren große Höhen viel zu klein. Die Urſache hievon liegt zwar mehr in der Vorausſetzung, daß man nur 63 Fuß ſteigen dürfe, um das Barometer 1 Linie fallen zu ſehen: aber auch die Methode ſelbſt iſt äußerſt unvollkommen und beſchwerlich. Mariotte ſieht zwar ein, man könne das Wachsthum der Schichten nach den Regeln beſtimmen, durch welche man die Logarithmen findet, fällt aber doch nicht darauf, dieſe Logarithmen wirklich zu gebrauchen, und begnügt ſich, durch **Addiren** zu ſuchen, was man durch **Integriren** finden muß.

Halley war der Erſte, der in einem im Jahre 1685 der Societät zu London übergebnen Aufſatze (A diſcourſe of the rule of the decreaſe of the height of the Mercury in the Barometre, in den Philoſ. Trans. no. 181. und in Miſcellaneis Curioſis, London. 1705. 8.) hiezu die Logarithmen wirklich anwendete. Er gründet dieſe richtige Theorie der barometriſchen Höhenmeſſung auf die Betrachtung der Hyperbel; es wird aber hier ſchicklicher ſeyn, ſie nach Herrn **Käſtner** (Abhdl. von Höhenmeſſ. durch das Barometer, S. 223. u. f.) durch eine Rechnung vorzutragen.

Es ſey Taf. XI. Fig. 73, SK = x eine Höhe, an deren unterm Ende S die Barometerhöhe = f, am obern K = y ſey. Bey S verhalte ſich die Dichte der Luft zur Dichte des Queckſilbers, wie m : 1. So iſt nach dem mariottiſchen Geſetze die Dichte der Luft in K $= \frac{my}{f}$, weil die Dichten ſich wie die Barometerhöhen, alſo die in S und die in K, wie f : y verhalten.

Das Differential der Höhe SK ſey $Kk = dx$. So wird die Barometerhöhe y von K bis k um dy abnehmen. Dieſe Abnahme oder dieſes $-dy$ muß dem Gewichte der Luft im Raume Kk gleich ſeyn. Soviel nemlich dieſes Gewicht beträgt, um ſoviel nimmt der Druck der Luft von K bis k ab. Nun iſt das Gewicht hier, wo man im unendlich kleinen Kk die Dichte gleichförmig ſetzen muß, dem Produkte der Dichte in den Raum gleich, ſ. **Dichte**, oder es iſt das Gewicht $= \frac{my}{f} . dx$. Daher

$$-dy = \frac{my}{f} . dx \text{ und } -\frac{f}{m} . \frac{dy}{y} = dx$$

woraus, wenn man ſo integrirt, daß für $x = o$; $y = f$ wird

$$x = \frac{f}{m} \log.\text{ nat. } \frac{f}{y}$$

folgt.

Man kan den natürlichen Logarithmen, der hier zum Vorſchein kömmt, ſogleich aus dem gewöhnlichen briggiſchen (oder aus $\log. \frac{f}{y}$) finden, wenn man den letztern mit der Zahl 2,302585 ... multipliciret. Dieſe Zahl heiße e, ſo iſt

$$x = \frac{f}{m} . e. \log. \frac{f}{y}.$$

Nun ſey für eine andere Höhe über S, oder für SL, die Barometerhöhe in $L = Y$, ſo wird

$$SL = \frac{f}{m} . e. \log. \frac{f}{Y}$$

Hievon $SK = \frac{f}{m} . e. \log. \frac{f}{y}$ abgezogen,

bleibt $KL = \frac{f}{m} e. \log. \left(\frac{f}{Y} : \frac{f}{y}\right) = \frac{f}{m} . e. (\log. y - \log. Y)$.

Dies giebt die allgemeine Regel: **Wenn man den Unterſchied der Logarithmen von y und Y, oder von den Barometerhöhen an den Orten K und L, durch den unveränderlichen Coefficienten $\frac{f}{m}$. e multipliciret, ſo findet man die Höhe KL.**

Der beſtändige Coefficient $\frac{f}{m}$. e hat zween Factoren. Der eine e dient blos, die natürlichen Logarithmen in briggiſche zur Bequemlichkeit der Rechnung zu verwandeln. Der zweyte $\frac{f}{m}$ aber iſt eine Barometerhöhe f oder der Ausdruck des Gewichts der Atmoſphäre, durch die Dichte der Luft an derſelben Stelle m dividirt. Nun giebt das Gewicht, durch die Dichte dividirt, den Raum oder hier die Höhe der Säule, wenn die Dichte durchaus gleichförmig iſt. Mithin iſt $\frac{f}{m}$ **die Höhe einer Säule flüßiger Materie, welche durchaus die Dichte der untern Luft hat, und ſo ſtark druckt, als die Atmoſphäre druckt.**

Es ſtellt aber auch f die abſolute Elaſticität der Luft in S dar, welche jederzeit dem Gewichte der darauf drückenden Luftſäule gleich iſt. Nun verhält ſich die ſpecifiſche **Elaſticität**, wie der Quotient der abſoluten Elaſticität f durch die Dichte m, ſ. **Elaſticität**, ſpecifiſche (Th. I. S. 712.). Alſo iſt $\frac{f}{m}$ der **ſpecifiſchen Elaſticität der Luft** in S proportional.

Man nenne der Kürze halber den Coefficienten $\frac{f}{m} = c$, ſo iſt $x = c. \log. nat. \frac{f}{y} = ce \log. \frac{f}{y}$. Es läßt ſich eine logarithmiſche Linie denken, deren Abſciſſen die x und deren Ordinaten die y der Formel ausdrücken. Die Formel

ſelbſt würde die Gleichung für dieſe Linie, $dx = -\frac{c\,dy}{y}$ ihre Differentialgleichung, und — c ihre Subtangente ſeyn. Das negative Zeichen bedeutet hier nur, daß dieſe Subtangente nicht wie ſonſt, gegen den Anfang der Abſciſſen zu, ſondern von demſelben hinweg, nach der entgegengeſetzten Richtung fällt, weil hier die Ordinaten abnehmen, wenn die Abſciſſen wachſen. Daher iſt die Subtangente dieſer Curve der ſpecifiſchen Federkraft der Luft proportional, und der Höhe einer Säule gleich, deren flüßige Materie die Dichte der untern Luft und das Gewicht der Atmoſphäre hat. Dieſen Satz hat **Cotes** (Harmonia menſurarum, p. 18.) ſynthetiſch erwieſen. Und weil $\frac{1}{m} = \frac{c}{f}$ ſo zeigt dieſe Subtangente durch die untere Barometerhöhe dividirt, an, wie vielmal 1 größer, als m, oder das Queckſilber ſchwerer, als die untere Luft iſt.

Dies iſt in möglichſter Kürze der Abriß der allgemeinen Theorie, wo nun noch die Beſtimmung des c von Erfahrungen abhängt. **Mariotte's** Erfahrungen geben für $f = 336'''$ und $y = 335'''$; $x = 63$ Fuß oder 10,5 Toiſen. Bey ihm iſt alſo $10{,}5 = ce\,(\log. 336 - \log. 335)$, woraus nach gehöriger Berechnung $ce = 8111$ Toiſen, $c = 3522$ Toiſen, und das Queckſilber 9058mal dichter, als die Luft, folgt. **Halley** hingegen geht davon aus, daß das Waſſer 800mal ſchwerer, als die Luft, und Queckſilber $13\frac{1}{2}$mal ſchwerer, als Waſſer, ſey, daher er $\frac{1}{m} = 13\frac{1}{2}.\ 800 = 10800$ ſetzt. Für die Stelle, wo dieſes ſtatt findet, oder am Ufer des Meeres, nimmt er die Barometerhöhe $f = 30$ engl. Zoll. So iſt $\frac{f}{m} = c = \frac{30.10800}{12}$ Fuß $= 27000$ engl. Fuß, und $ce = 62170$ Fuß, welches auf pariſer Maaß nach dem Verhältniſſe 153 : 144 reducirt, $ce = 58512$ Fuß oder 9752 Toiſen giebt.. Alſo iſt

nach **Mariotte** $x = 8111.\ (\log. f - \log y)$ in Toiſen.
nach **Halley** $x = 9752.\ (\log. f - \log y)$ in Toiſen.

Merkwürdig iſt es, daß Halley's blos aus den eigenthümlichen Schweren gefundener Coefficient der Wahrheit weit näher kömmt, als der, den Mariottes wirkliche Beobachtungen geben.

Daß beym **Mariotte** die Angabe von 63 Fuß viel zu klein ſey, ergiebt ſich ſchon aus **de la Hire's** (Mém. de Paris, 1709.) ebenfalls in den Kellern der pariſer Sternwarte angeſtellten Beobachtungen, wobey $74\frac{2}{3}$ Fuß Höhe für 1 Lin. Queckſilberfall gefunden ward. Auch **Horrebow** (Elem. philoſ. nat. Hafn. 1748. 8. Cap. 8.) bemerkt, als das Barometer auf 28 Zoll geſtanden, habe er 75 Fuß ſteigen müſſen, bis es eine Linie geſunken ſey. Hierauf gründet er eine Berechnung nach Schichten; nach der logarithmiſchen Theorie würde ſeiner Erfahrung zufolge $ce = 9657$ Toiſen, und

$$x = 9657 . (\log. f - \log. y)$$

ſeyn.

Johann Jacob Scheuchzer (Bergreiſe, in ſ. Naturgeſchichte des Schweizerlandes, Th. II. herausgeg. von Sulzer, Zürich, 1746., und in den Philoſ. Trans. 1727. no. 405.) maß im Pfeffersbade in der Grafſchaft Sarganz mit der Schnur eine Felſenwand von 714 Fuß, und fand das Queckſilber am Fuße des Felſens $25'' \, 9\frac{1}{3}''' = 309\frac{1}{3}'''$, auf der Spitze $10'''$ tiefer, alſo $299\frac{1}{3}'''$. Der Unterſchied der Logarithmen iſt 0,0142717, und ſoll in ce multiplicirt 714 Fuß = 119 Toiſen geben. Daher wäre $ce = \frac{119}{0,0142717} = 8338$ Toiſen, und die Dichte der Luft bey 28 Zoll Barometerhöhe 9311mal geringer, als die Dichte des Queckſilbers. Hiebey iſt der Coefficient unſtreitig zu klein; Herr **Käſtner** erinnert auch, daß die Angaben Fehler in Reduction des Zürcher Maaßes auf pariſer verrathen, und Scheuchzer geſteht ſelbſt, daß er auf die Höhe des Queckſilbers im Behältniſſe ſeines Barometers keine Rückſicht genommen habe.

Bouguer (Voyage au Perou in der Figure de la terre, Paris, 1749. 4. S. XXXIX.) hat aus ſeinen in

Amerika angeſtellten Beobachtungen eine Regel gezogen, welche wegen ihres berühmten Urhebers und wegen der leichten Rechnung, die ſie vorſchreibt, ſehr bekannt geworden iſt. Man ſoll, ſagt er, von dem Unterſchiede der Logarithmen beyder Queckſilberhöhen den dreyßigſten Theil abziehen, und blos die Kennzifer nebſt den vier erſten Stellen behalten. Dies als eine ganze Zahl geleſen, gebe die relative Höhe der Oerter in Toiſen. Von einem Decimalbruche die erſten 4 Stellen als eine ganze Zahl leſen, heißt ihn durch 10000 multipliciren, und den dreyßigſten Theil abziehen iſt ſoviel, als $\frac{29}{30}$ behalten. **Bouguer's** Regel iſt alſo dieſe:

$$x = \tfrac{29}{30} . 10000 \, (\log . f - \log . y)$$

oder $x = 9666\tfrac{2}{3} \, (\log . f - \log . y)$

wo $ce = 9666\frac{2}{3}$; $c = 4198$ Toiſen, und die Dichte der Luft am Ufer des Meers, beym Barometerſtande 28 Zoll 1 Lin., 10764mal geringer, als die des Queckſilbers iſt. **Bouguer** giebt nirgends die Gründe ſeiner Vorſchrift an, erklärt ſich aber in einem Briefe an **Needham** (Obſervations des hauteurs faites avec le baromètre au mois d' Aout 1751, ſur une partie des Alpes, par Mr. Needham, à Berne, 1760. 4.), ſeine Methode diene nur für Berge, wo der Stand des Queckſilbers nicht ſehr veränderlich ſey, und gebe eigentlich nicht Höhen über dem Meere, ſondern **Tiefen unter dem Pichincha** an, deſſen Höhe über das Meer er durch geometriſche Meſſung 2434 Toiſen gefunden habe. Die Urſache dieſer beſondern Beſtimmung der Regel und zugleich die Erfahrungen, welche dabey zum Grunde liegen, hat Herr **Käſtner** mit großem Scharfſinn aufgeſucht. Da nemlich der Stand des Barometers auf hohen Bergen, zumal unter dem Aequator, faſt unveränderlich iſt, und die Höhe des Pichincha nach B. Meynung ſehr ſcharf gemeſſen war, ſo glaubte er etwas Beſtimmteres zu erhalten, wenn er die Barometerſtände auf dem Pichincha und dem Carabourou, jenen von $15'' \; 11''' = 191'''$, dieſen von $21'' \; 2\frac{3}{4}''' = 254,75'''$, nebſt der geometriſch gemeſſenen Höhe des erſten über den letzten von 1209 Toiſen zum Grunde legte. Der Unterſchied der Logarithmen von 254,75 und

191 iſt = 0,1250807, u. ſo ſollte $ce = \frac{1209}{0,1250807} = 9665,8$ ſeyn, wofür B. bequemerer Rechnung halber 9666,6 oder $\frac{29}{30}$. 10000 angenommen hat. So wird freylich der Fehler immer größer, je tiefer man herabkömmt, und **Needham** fand die Höhen der Berge über das Meer, wenn er von oben herab rechnete, 63 Toiſen größer, als wenn er von der Meeresfläche aus gieng, welches aber auch großentheils davon herrührt, daß er den Barometerſtand am Meere 28 Zoll ſetzt, da ihn B. 28 Zoll 1 Lin. annimmt.

Uebrigens hat **Bouguer** (Mém. de Paris, 1753. Sur les dilatations de l'air dans l'atmoſphère) zuerſt auf den Begriff von **ſpecifiſcher Federkraft** der Luft aufmerkſam gemacht. Häufige Erfahrungen bewieſen ihm, daß ſich die abſolute Federkraft einer und ebenderſelben Luftmaſſe ſelbſt bey den ſtärkſten Ausbreitungen genau, wie die Dichte, verhielt. Dennoch ward ſeine für hohe Berge ſo genaue Regel ſchon im untern Theile der Cordelieren fehlerhaft, und noch weniger konnte ſie für Europa gelten; denn die untere Luft fand ſich immer viel **dichter**, als ſie der Regel nach ſeyn ſollte. Dies konnte auch nicht Folge der **Wärme** ſeyn, welche unten größer iſt, und die Luft daſelbſt vielmehr ausbreiten und verdünnen muß. Er vermuthet daher, daß verſchiedene Luftarten bey gleicher Wärme und Dichtigkeit dennoch verſchiednen Widerſtand thun, d. i. verſchiedne **ſpecifiſche Federkraft** beſitzen möchten. Er ſchlägt, dies zu unterſuchen, Verſuche mit dem Pendel über den Widerſtand der Luft vor, hatte auch bereits einen Anfang damit gemacht, und die ſpecifiſche Federkraft zwar von Quito bis auf den Pichincha faſt ungeändert, bis ans Ufer des Meeres aber ſehr verſchieden gefunden. Die Reſultate davon hat er in eine krumme Linie gebracht, welche man aber auch, nach **de la Lande** (Connoiſſance des mouv. cél. 1765. p. 215.) für die Curve der Fehler halten könnte, die bey den von **Bouguer** gebrauchten Meſſungen begangen worden ſind.

Daniel Bernoulli (Hydrodynamica, Argent. 1738.

4. Sect. X.) folgert aus ſeiner beym Worte: **Elaſticität** angeführten Hypotheſe den Satz, die drückende Kraft verhalte ſich, wie das Quadrat der Geſchwindigkeit der innern Bewegung der Lufttheilchen, mit dem Raume dividirt. Hieraus leitet er eine Differentialgleichung zwiſchen der Kraft, der Geſchwindigkeit und der Höhe über dem Meere her, die ſich, wenn die Geſchwindigkeit unveränderlich iſt, in die gemeine logarithmiſche Gleichung verwandelt. Er ſetzt aber dieſe Geſchwindigkeit veränderlich, ſucht aus einigen Erfahrungen von Barometerhöhen ihr Geſetz, integrirt jene Gleichung, und findet, nachdem er die beſtändigen Größen ebenfalls aus Erfahrungen zu beſtimmen geſucht hat,

$$x = \frac{22000\,(f - y)}{y} \text{ in Schuhen,}$$

wo f den mittlern Barometerſtand am Meere oder 28 Zoll $4\frac{3}{4}$ Lin. bedeutet. Eine Tabelle nach dieſer Regel berechnet findet ſich beym **Sulzer** (Beſchreibung der Merkwürdigkeiten auf einer Reiſe durch einige Orte des Schweizerlandes. Zürich, 1742. 4.) und **Böhm** (Gründliche Anleitung zur Meßkunſt auf dem Felde, Frankfurt, 2te Aufl. 1759. 4. Anhang. Taf. IV.). Dieſe Regel iſt blos hypothetiſch, und wenn man beym Integriren andere Beobachtungen zum Grunde legt, ſo findet man auch ſtatt des Coefficienten 22000 andere Zahlen.

Caſſini (Mém. de Paris. 1733.) nahm zu Vergleichung einiger auf den Pyrenäen gemachten Beobachtungen an, die Dichte der Luft verhalte ſich, wie das Quadrat des Drucks, woraus

$$x = \frac{f}{m} \cdot \left(\frac{f}{y} - 1\right)$$

folgt. Seine Vorausſetzung aber beruht auf keinen phyſikaliſchen Gründen. **Maraldi** nahm an, die Schichten, durch welche das Queckſilber immer um 1 Lin. fällt, vom Meere an, wären nach einander 61, 62, 63 Fuß u. ſ. w. hoch. **Feuillee** machte eben ſolche Schichten, nur jede um 2 Fuß größer. Von allen dieſen Hypotheſen handelt

Luloſs (Einleitung zur math. u. phyſ. Kenntniß der Erdkugel, §. 446. u. f.). Fontana (Delle Altezze barometriche, Saggio analitico del P. *Gregorio Fontana.* Pavia, 1771. 8.) zieht hiebey die Abnahme der Schwere nach dem Geſetze der Gravitation mit in Betrachtung — eine bloße analytiſche Uebung. Newton (Princ. L. II. prop. 22.) hatte ſchon eben dieſe Unterſuchung durch die Betrachtung der Hyperbel, und Cotes (Harm. menſurarum, in Opp. Cantabr. 1722. p. 18.) durch die logarithmiſche Linie angeſtellt.

Tobias Mayer in Göttingen hat zwo Tafeln zu barometriſchen Höhenmeſſungen verfertigt, von welchen Herr Beckmann (in Laxmanns ſibiriſchen Briefen, Göttingen, 1769. 8. Anm. S. 34.), und genauer Herr Käſtner (Abhdl. v. Höhenm. durch das Barom. §. 214. u. f.) redet. Sie enthalten Barometerhöhen und zugehörige Höhen über den Horizont des Meeres, der in der erſten bey 28″ 4‴, in der zwoten bey 28″ Barometerhöhe angenommen wird. Beyder Tafeln Horizonte ſind daher um 52 Toiſen unterſchieden; übrigens zeigt ſich durch gehörige Unterſuchung, daß die Tafeln ſelbſt auf der Formel

$$x = 10000 (\log. f - \log. y)$$

beruhen. Man weiß nicht, was Mayern bewogen hat, ce = 10000 anzunehmen; inzwiſchen iſt dies eben die Formel, welche bey der leichteſten Rechnung zugleich die richtigſten Reſultate giebt, und daher bey den neuern Verbeſſerungen dieſer Theorie durchgängig zum Grunde gelegt worden iſt.

Eines der vorzüglichſten Werke über dieſen Gegenſtand ſind des Herrn de Lüc Unterſuchungen über die Atmoſphäre (Geneve, 1772. II. To. 4.), deren vollſtändiger Titel nebſt der deutſchen Ueberſetzung am Ende dieſes Artikels angeführt wird. Wie weit die vor der Erſcheinung dieſes Buchs bekannten Regeln der Höhenmeſſung von einander abgiengen, werden folgende Reſultate aus ihnen zeigen.

Höhen des Coraçon.

	par. Fuß		par. Fuß
nach Mariotte arithmetiſcher Progreſſ.	13167	nach Caſſini	16217
nach Mariotte eigentlichen Grundſätzen	12049	— D. Bernoulli	16905
nach Halley = = =	14486	— Horrebow	14344
— Maraldi = =	19941	— Bouguer	14359,9
— Scheuchzer =	12386	— Mayer	14855
		durch geometriſche Meſſung	14820

Dieſe Ungewißheit bewog Herrn **de Lüc** zu ſeinen mühſamen Arbeiten über das Barometer, deren ich ſchon bey dem dieſem Werkzeuge gewidmeten Artikel gedacht habe. Er fand die Urſachen der bisherigen Ungewißheit theils in der Unvollkommenheit der Barometer ſelbſt, theils aber in der gänzlichen Vernachläßigung des großen Einfluſſes der **Wärme** ſowohl auf das **Queckſilber**, als auf die **Luft**. Von ſeinen Verbeſſerungen des Werkzeugs ſelbſt, und dem Einfluſſe der Wärme auf den Stand des Queckſilbers iſt beym Worte: **Barometer** gehandelt worden: hier bleibt alſo noch die **Wirkung der Wärme auf die Luft** zu betrachten übrig.

Herr **de Lüc** (Unterſ. Th. II. §. 588.) findet aus einer großen Anzahl von Beobachtungen und Meſſungen auf dem Berge Saleve bey Genf, **daß die Differenz der Logarithmen** (als ganze Zahl geleſen) **die Höhe in Tauſendtheilchen der Toiſe giebt, wenn die Wärme der Luft** + $16\frac{3}{4}$ **Grad des Queckſilberthermometers von 80 Graden iſt.** Für dieſen Grad der Wärme iſt alſo

$$x = 10000\,(\log. f - \log. y)$$

oder hiebey iſt **Mayers** Formel richtig, obgleich Mayer nichts von **de Lüc's** Bemühungen gewußt hat.

Um nun die Berichtigung zu beſtimmen, die für andere Grade der Wärme hiebey nöthig iſt, ordnete **de Lüc** ſeine Beobachtungen ſo, daß er die, wo die Wärme größer als $16\frac{3}{4}$ Grad war, von denen, wo ſie kleiner war, abſonderte, und berechnete, wie viel etliche davon zuſammen im Durchſchnitte Abweichung von der Regel für 1 Grad Aenderung der Wärme gaben. Noch fand er zu wenig Ueber-

einſtimmung, und ſahe ſich genöthigt, die am meiſten abweichenden Beobachtungen wegzuwerfen. Es fand ſich, daß alle die, welche um die Zeit des Aufgangs der Sonne gemacht waren, weggelaſſen werden mußten, weil ſie die Höhe zu klein gaben, wovon er die Urſache in dem um dieſe Zeit wehenden Oſtwinde ſucht, der die Luft aus der Ebne auf die Berge führe, und einen höhern Barometerſtand daſelbſt verurſache.

Nach dieſer Weglaſſung ſtimmten die Reſultate im Durchſchnitte dahin überein, daß man, für jeden Grad Aenderung der Wärme, den durch die Regel gefundenen Unterſchied der Höhen um $\frac{1}{215}$ ändern müſſe. Dies giebt, wenn n die Anzahl der Grade bedeutet, um welche das Queckſilberthermometer von 80 Graden (oder das ſogenannte reaumüriſche) über $16\frac{3}{4}$ ſteht, die hinzuzufügende Berichtigung $= \frac{n}{215} . x$, mithin

$$x = 10000 . (1 + \frac{n}{215}) . (\log . f - \log . y)$$

Oder, wenn r den beobachteten Grad des reaumüriſchen Thermometers ſelbſt anzeigt, alſo $n = r - 16\frac{3}{4}$ iſt,

$$x = 10000 (1 + \frac{r}{215} - \frac{16,75}{215}) . (\log . f - \log . y).$$

Der Coefficient ce iſt $= 10000 (\frac{198,25 + r}{215})$

Herr de Lüc macht, um den Zahlen 215 und $16\frac{3}{4}$ auszuweichen, eine neue Thermometerſcale, die beym Siedpunkte + 147, beym Eispunkte − 39, und bey $16\frac{3}{4}$ nach Reaumür, Null hat. Weil ſo zwiſchen Sied- und Eispunkte 186 Grade enthalten ſind, ſo macht 1 Reaum. Grad $\frac{186}{80}$ de Lücſche, und wenn darauf $\frac{1}{215}$ Aenderung kömmt, ſo kömmt auf 1 Grad nach de Lüc $\frac{80.}{215.186} = \frac{1}{500}$ Aenderung. Nun heiße der Grad, den das Thermometer an dieſer Sca-

le zeigt, l, ſo iſt die hinzuzuſetzende Berichtigung $= \frac{l}{500} . x = \frac{2l}{1000} x$, und

$$cc = 10000 \left(1 + \frac{2l}{1000}\right).$$

Ex. De Lüc (Unterſ. Th. II. S. 158) findet an ſeinem erſten Standpunkte auf dem Berge Saleve den Barometerſtand oben 5186, unten 5233 Sechszehntheile einer Linie. Dieſe Angaben ſind ſchon wegen der Wirkung der Wärme aufs Queckſilber berichtiget. Die Wärme der freyen Luft geben die Thermometer nach ſeiner eben beſchriebenen Scale oben — 45, unten — 47 an, woraus das Mittel $- \frac{45+47}{2}$ die mittlere Wärme der ganzen Luftſäule, oder l giebt, daß alſo 2l = — (45 + 47) oder die Summe der Thermometerangaben an beyden Beobachtungsorten iſt. Hieraus ergiebt ſich folgende Berechnung:

log. 5233 = 3,7187507
log. 5186 = 3,7148325

Unterſchied = 0,0039182
Höhe in Toiſen = 39,182
— in Schuhen = 235,092
— $\frac{92}{1000}$ hievon = — 21,62

Verbeſſerte Höhe = 213,472 Schuh
Die geometriſch gemeſſene Höhe war 216 Fuß 2 Zoll.

De Lüc findet ſeine Formeln am Meere ſowohl als auf den Alpen bis 1560 Toiſen über dem Meere mit der Erfahrung übereinſtimmend, folgert daraus, daß man bey der gewöhnlichen Temperatur am Ufer des mittelländiſchen Meeres auf 80 Fuß ſteigen müſſe, um eine Linie Queckſilberfall zu erhalten, und ſchließt ſein klaſſiſches Werk mit Erzählung der noch zurückbleibenden Schwierigkeiten und mit Vorſchlägen, ihnen abzuhelfen. Herr Prof. Zimmermann in Braunſchweig (Beobachtungen auf einer Harzreiſe, Braunſchweig, 1775. 8.) prüfte die

de Lücſche Methode ſowohl an Höhen, als auch an Tiefen in den Bergwerken auf dem Harz, und fand ſie mit den unmittelbaren Meſſungen und den Markſcheiderangaben ziemlich übereinſtimmend. De Lüc hat auch ſelbſt Anwendungen davon auf Beſtimmung der Tiefen der Gruben im Harz gemacht (Philoſ. Transact. 1777. Vol. LXVII. P. I. n. 22.).

Maſkelyne (Philoſ. Trans. 1774. Vol. LXIV. P. I. no. 20.) reduciret die de Lücſchen Formeln auf engliſches Maaß und Grade des fahrenheitiſchen Thermometers, deſſen Siedpunkt bey 30 engl. Zoll Barometerhöhe beſtimmt iſt, da ihn die franzöſiſchen Künſtler bey 27 pariſer Zoll zu beſtimmen pflegen. **Horſley** (ebend. no. 30.) beſchäftigt ſich gleichfalls mit dieſen Reductionen, bringt aber außerdem noch viel Lehrreiches bey, macht Bemerkungen über die durch die Wärme geänderte Subtangente der logarithmiſchen Linie, und ſetzt Tafeln zur Erleichterung der de Lücſchen Berechnungen für Engländer hinzu.

Lambert (Abhdl. von den Barometerhöhen und ihren Veränderungen in den Abhdl. der Churbayr. Akad. der Wiſſ. III. B. 2. Th. S. 75—182.) bemerkt, daß die Federkraft der Luft auch durch die Dünſte vermehrt werde, welche theils die Lufttheilchen zuſammenpreſſen, theils die drückende Laſt vergrößern, daher Mariottes Geſetz nur in ſehr großen Höhen völlig zutreffen könne. Aus geometriſchen Meſſungen, die er ſchon längſt in einer andern Schrift (Les proprietés de la route de lumiere par les airs, à la Haye, 1758. 8maj.) wegen der Stralenbrechung berichtiget hatte, giebt er die Formel

$$x = 10000 \log. \frac{a}{y} - \frac{43.(336-y)}{43+(336-y)}.$$

wo a den Barometerſtand am Meere bedeutet.

Der Ritter **Georg Shuckburgh** (Philoſ. Trans. 1777. Vol. LXVII. P. I. no. 29.) hat de Lüc's Vorſchriften durch wirkliche Nachmeſſungen auf den Bergen Saleve und Mole bey Genf ſcharf geprüft, und glaubt zu finden, daß dieſelben bey der Temperatur 61,4 Grad nach Fah-

renheit die Höhen auf jede 1000 Schuh um 23 Schuh zu klein geben. So ſucht er auch Fehler in der Berichtigung wegen der Wärme der Luft, und will, aus Verſuchen über die Ausdehnung der Luft durch die Wärme, wobey das Volumen beym Eispunkte um 2,43 Tauſendtheile ſtieg, wenn ſich die Wärme um 1 Grad änderte, ſchließen, die Temperatur, wobey die logarithmiſche Differenz die Höhe unmittelbar in engliſchen Klaftern (fathoms) giebt, ſey nicht, wie nach **Horſley** aus de Lüc's Formeln folge, 39,7, ſondern 31,24 Grad nach Fahrenheit, alſo beynahe der Eispunkt ſelbſt. Hierauf gründet er nun eine neue Berechnungsart, welche ſehr weitläuftig und ganz von ſeinen in dieſer Abſicht mitgetheilten Tabellen abhängig iſt.

In eben dem Bande der Transactionen (no. 34.) prüft auch **William Roy** die de Lücſchen Regeln. Sehr ſorgfältige Verſuche über die Ausdehnung der Luft im Amontoniſchen Luftthermometer führen ihn auf das Reſultat, daß die Ausdehnung der Luft bey den gewöhnlichen Temperaturen im Durchſchnitt genommen für jeden Grad Aenderung der Wärme 2,45 Tauſendtheilchen des ganzen Volumens betrage, da **de Lüc**, Horſley's Reductionen gemäß, nur 2,10 annehme, alſo für jeden fahrenheitiſchen Grad 0,35 d. i. $\frac{1}{7}$ der ganzen Ausdehnung zu wenig ſetze. Er hat ferner die Höhe der Berge **Snowdon** und **Moel Eillio** in Carnarvonſhire ſehr genau gemeſſen, und glaubt ſchließen zu dürfen, daß die Temperatur, wobey es keiner Berichtigung bedarf, ſehr nahe am Eispunkte ſey (wo er alſo mit **Shuckburgh** übereinſtimmt), auch daß die Beobachtungen bey Sonnenaufgang, welche de Lüc wegwirft, gerade die zuverläßigſten ſeyen. Die Berechnung ſelbſt verrichtet er zwar durch die Logarithmen; zur Berichtigung wegen der Wärme aber giebt er Tabellen, und zum Ueberfluſſe auch noch Thermometerſcalen an. Seine Verbeſſerung beträgt $+\frac{m-32}{408}.x$, wenn m die mittlere Temperatur der Luftſäule in fahrenheitiſchen Graden bedeutet, alſo iſt bey ihm

$$x = 10000 . \left(1 + \frac{m - 32}{408}\right) . (\log. f - \log. y).$$

in engliſchen Faden oder Klaftern.

De Lüc (Philoſ. Trans. 1778. Vol. LXVIII. P. I. no. 17.) vertheidigt ſeine Methode, und erklärt die von Shuckburgh und Roy gefundenen Abweichungen daraus, daß ſie das Thermometer an der Sonne, er aber ſtets im Schatten, beobachten. **Shuckburgh** (ebend. no. 32.) vergleicht ſeine und Roy's Regeln, die doch noch in einigen Stücken von einander abweichen, und zeigt aus Meſſungen, daß die ſeinige 2, Roy's aber 14 Zehntauſendtheilchen der ganzen Höhe zu viel gebe.

Herr **Roſenthal** (Beyträge zu der Verfertigung, der wiſſenſchaftlichen Kenntniß und dem Gebrauche meteorologiſcher Werkzeuge. Gotha, I. B. 1782. II. B. 1784. 8.) geht anfänglich wiederum auf Summirung von Schichten zurück, deren jeder $\frac{1}{16}$ Lin. Queckſilberfall zugehört. Er berechnet dieſe Schichten von 350 Lin. bis $187\frac{1}{2}$ Lin. Barometerſtand, wobey er die Höhe der unterſten unbeſtimmt läßt, und m nennt, daß alſo z. B. die Höhe derjenigen Schicht, welche der Queckſilberhöhe von 300 Lin. zugehört, $= \frac{350}{300}$. m oder 1,166.. m wird. Die Höhen dieſer Schichten, ſo wie ihre Summen von oben herab, oder von der 3000ſten an gerechnet, bringt er in Tabellen, wo man nun die beyden beobachteten Barometerſtände nachſchlagen, und die dabeyſtehenden Summen von einander abziehen muß, um das zu erhalten, was noch mit m multiplicirt die wahre Höhe geben wird. Wäre hiebey, wie gehörig, nicht **addirt**, ſondern die logarithmiſche Berechnung gebraucht worden, ſo würde Herrn **Roſenthals** Höhe

$$x = \frac{\log. f - \log. y.}{\log. 5600 - \log. 5599} . m, \text{ und}$$

ſein m = ce (log. 5600 — log. 5599) = 0,0000775. ce ſeyn. Die unrichtige Methode, zu addiren, wo man integriren muß, verurſacht freylich Abweichungen hievon. Um nun dieſes m zu beſtimmen, bedient ſich Herr R. der Meſſungen des **de Lüc** ſo, daß er die dabey gefundenen

Höhen durch die Anzahl der Sechszehntheile von Linien dividirt, welche in dem Unterſchiede der Barometerſtände enthalten ſind, und glaubt dadurch zu finden, wie viel Höhe auf $\frac{1}{16}'''$ Unterſchied der Queckſilberhöhe komme. Dies kan nur für ſehr kleine Höhen leidlich zutreffen; wäre es überhaupt richtig, ſo könnten die Höhen durch die bloße Regel Detri gefunden werden. Inzwiſchen giebt ihm dieſe Methode, im Durchſchnitte aus vielen Beobachtungen, den Werth ſeines m = 4,6864 Fuß od. 0,781 Toiſen bey der Temperatur 16¾ nach Reaumür. Das Produkt hievon in die vorhin gefundene Zahl ſoll die wahre Höhe in Toiſen geben. Man ſieht leicht aus dem obigen, wo m = 0,0000775. ce ſeyn ſollte, daß bey dieſer Temperatur, bey welcher ce = 10000 iſt, m = 0,775 Toiſen ſeyn muß, daß es alſo durch die unrichtige Berechnungsart um $\frac{6}{1000}$ Toiſen oder um $\frac{1}{128}$ ſeines wahren Werths zu groß gefunden worden iſt. Hieraus erhellet, daß dieſe Methode eigentlich ein Rückgang zu den mariottiſchen Schichten, und weder ſcharf genug in Beſtimmung der Zahlen der Tabelle, noch richtig in Abſicht auf den gebrauchten Coefficienten iſt, aus deſſen Betrachtung übrigens Herr R. gute Bemerkungen über Dichte und Federkraft der Luft herleitet.

Hiernächſt ändert auch Herr **Roſenthal** die Berichtigung wegen Wärme der Luft. **Lambert** nemlich hatte in ſeine Pyrometrie die Ausdehnung der Luft vom Eis- zum Siedpunkte $\frac{370}{1000}$ des ganzen Volumens gefunden. Da nun **de Lüc** an ſeiner Scale 372 Grade zwiſchen beyden Punkten hat, ſo glaubt Hr. R. beyde mit einander vereinigen zu können, ſetzt aber zur Erleichterung der Rechnung 1000 an den Punkt der **Normaltemperatur** (16¾ Reaum.), bey welchem Lambert 1077 hat. Dem gemäß muß an den Eispunkt 928, an den Siedpunkt 1272 kommen. Zeigt nun das Thermometer an der untern Station z. B. 1038, an der obern 1002, ſo iſt blos die mittlere Wärme 1020 in die gefundene Höhe zu multipliciren und das Produckt mit 1000 zu dividiren, weil ſich hiebey die ganze Luftſäule, gegen ihre Größe bey der Normal-Temperatur gehalten, im Verhältniſſe 1000 : 1020 verändert hat.

Endlich bringt auch Herr R. noch eine ſinnreiche Abänderung der logarithmiſchen Formel bey, die ſich auf ſeine beym Worte: **Barometer** (ſ. dieſes Wörterbuchs Th. I. S. 265.) angeführte Berichtigung wegen der Wärme des Queckſilbers gründet. Ein Heberbarometer zeige unten im längern Schenkel a, im kürzern b, oben auf dem Berge im längern α, im kürzern β; die Normallänge (ſ. Th. I. a. a. O.) ſey = l. So iſt der berichtigte Barometerſtand unten $= \frac{a-b}{a+b} . l$ oben $\frac{\alpha-\beta}{\alpha+\beta} . l.$ Alſo die Differenz ihrer Logarithmen $= \log. \frac{a-b}{a+b} - \log. \frac{\alpha-\beta}{\alpha+\beta}$, welches nun noch mit 10000 multiplicirt und wegen der Wärme der Luft berichtiget werden muß, um die wahre Höhe zu finden. Dieſe Methode erſpart, 1) das eine Thermometer, das bey de Lüc am Brete des Barometers angebracht iſt, gänzlich; 2) bringt ſie die Queckſilberhöhen auf die Normaltemperatur ($16\frac{3}{4}$) ſelbſt, da **de Lüc** ſie (nach Th. I. S. 261.) nur auf 10° nach Reaumür bringt, und alſo wärmere Luft mit kälterm Queckſilber vergleicht. Könnte man ſich auf eine durchaus gleiche Weite der Barometerröhren verlaſſen, und allen Verluſt des Queckſilbers aus der Röhre verhüten, ſo würde dies eine weſentliche und ſehr ſchätzbare Verbeſſerung der de Lücſchen Methode ſeyn, ob man gleich dabey mehr zu rechnen und vier Logarithmen aufzuſuchen hat. So viel von Herrn Roſenthals Bemühungen, in welchen viel Vortrefliches mit einigem Fehlerhaften vermiſcht iſt.

Herr **Kramp** (Geſchichte der Aeroſtatik, Strasb. 1784. gr. 8. Th. I. Abſchn. 5, 6, 7.) hat die Gründe einer Theorie der ſpecifiſchen Federkraft verſchiedener Luftarten mit vieler mathematiſchen Einſicht aus einander geſetzt, und dabey manches zu den Höhenmeſſungen Gehörige deutlicher beſtimmt. **Bouguers** Vermuthung einer verſchiednen ſpecifiſchen Elaſticität der Lufttheilchen hat ſich durch die neuen Entdeckungen über die Gasarten vollkommen beſtätiget, und wir haben Urſache genug, hierauf aufmerkſam

zu ſeyn. Die ſpecifiſche Federkraft einer Luftſäule iſt, wie oben bemerkt worden, dem c der allgemeinen Formel oder der Subtangente der zugehörigen logarithmiſchen Linie proportional. Bey Hrn. **Kramp**, der in ſeiner Theorie blos auf hyperboliſche Logarithmen ſieht, iſt

$$x = c.\ \log.\ \text{nat.}\ \frac{f}{y}.$$

Man findet für jede logarithmiſche Formel zu Höhenmeſſungen die zugehörigen Subtangenten oder c, wenn man unſere im Vorigen angegebnen Coefficienten ce mit $e = 2{,}302585\ldots\ldots$, dividirt, oder mit $\frac{1}{e} = 0{,}43429448\ldots$ multiplicirt So iſt c

nach Mariotte	= 3522	Toiſen
nach Halley	= 4235	—
nach Horrebow	= 4394	—
nach Scheuchzer	= 5621	—
nach Bouguer	= 4198	—
nach Lambert, Mayer u. de Lüc	= 4342	—

Aber dieſe Subtangente ändert ſich durch die Wärme, weil ſelbige die ſpecifiſche Federkraft ändert. Bey **de Lüc** z. B. iſt c nur alsdann 4342 Toiſen, (oder wie Herr **Kramp** aus ſeinen Beobachtungen findet 4342,704 Toiſen) wenn die Temperatur $16\frac{3}{4}$ (eigentlich $16\frac{24}{31}$) nach Reaumür iſt; und dieſe Größe ändert ſich für jeden Grad der Wärme um $\frac{1}{215}$. Sie iſt alſo, wie ſchon oben berechnet worden, wenn das reaumüriſche Thermometer r Grade zeigt, mit $1 + \frac{r - 16{,}75}{215}$ d. i. mit $\frac{198\frac{1}{4} + r}{215}$ oder mit $\frac{18440 + 93r}{20000}$ zu multipliciren.

Es ſeyen nun zween Grade der ſpecifiſchen Federkraft c und C, und die Grade des reaumüriſchen Thermometers, für die ſie ſtatt finden, r und R, ſo wird

$$c:C=\frac{198\frac{1}{4}+r}{215}:\frac{198\frac{1}{4}+R}{215}=198\tfrac{1}{4}r:198\tfrac{1}{4}+R$$

ſeyn. Z. B. für den — 8ten und dreyßigſten Grad nach Reaumür, welches ohngefähr die äußerſten Grade bey unſern Beobachtungen ſind, verhalten ſich die ſpecifiſchen Elaſticitäten der Luft, wie $190\frac{1}{4}:228\frac{1}{4}=761:913$ oder beynahe, wie $5:6$. Für Eis- und Siedpunkt wie $198\frac{1}{4}:278\frac{1}{4}$ d. i. faſt wie $5:7$.

Nun hat de Lüc angenommen, die Höhen verändern ſich bey jedem Grade Aenderung der Wärme gleichviel. Dieſe Vorausſetzung iſt wohl nicht in aller Schärfe wahr, ſie läßt ſich aber dadurch entſchuldigen, daß der größte Unterſchied der ſpecifiſchen Federkräfte nur $\frac{1}{8}$ des Ganzen betragen kann.

Herr Kramp macht aber in dieſer Theorie noch zwo weſentliche Aenderungen. Zuerſt legt er nicht, wie de Lüc $16\frac{3}{4}$, ſondern 10 Grad Temperatur zum Grunde, und ſetzt die ſpecifiſche Federkraft der Luft bey dieſem Grade = 1. So iſt dieſelbe für jeden andern Grad R, $=\frac{198\frac{1}{4}+R}{208\frac{1}{4}}$ Zweytens vergleicht er Herrn de Lüc's Angaben mit den Aenderungen der aſtronomiſchen Stralenbrechung, welche nach Mayers Beſtimmungen um $\frac{1}{22}$ wächſt, ſo oft das Reaumüriſche Thermometer bey unveränderter Barometerhöhe um 10 Grad fällt. Dies macht für 1 Grad $\frac{1}{220}$ aus, und gilt eigentlich bey der Temperatur 10 Grad nach Reaumür. Da ſich nun die ſpecifiſche Federkraft, bey ungeänderter Barometerhöhe verkehrt, wie die Dichte oder Stralenbrechung verhält, ſo wird jene für r Grade des Thermometers mit $1+\frac{r-10}{220}$ d. i. mit $\frac{210+r}{220}$ zu multipliciren ſeyn, und ſich daher wie $210+r$, oder wie $1+\frac{r}{210}$ verhalten. Dieſe Beſtimmung ſcheint Herrn K. richtiger, als die des de Lüc, welcher $1+\frac{r}{198^{1}}$ ſetzt.

Nach dieſen Aenderungen wird ſich nun die Subtangente, welche bey $16\frac{3}{4}$ Grad 4342,704 war, und dem Bruche $1+\frac{r}{210}$ proportional bleibt, für 10 Grad im Verhältniſſe $226\frac{3}{4}:220$ vermindern, mithin 4213,440 Toiſen gleich werden, und der 220ſte Theil hievon oder 19,152 Toiſen wird ihre Veränderung für jeden Grad des Thermometers ſeyn. Hieraus iſt von Herrn K. eine Tafel (S. 113.) berechnet, in welcher die Federkraft und Subtangente für jeden Grad des Thermometers angegeben ſind. Dieſe Tafel giebt alſo c für jede mittlere Wärme, und dies in die Differenz der hyperboliſchen Logarithmen (oder zuerſt in e und dann in die Differenz der briggiſchen) multiplicirt, giebt ſogleich die wahre Höhe x. Dieſes ſinnreiche Verfahren bringt wenigſtens die Berichtigung wegen der Wärme der Luft auf eine mathematiſche Form, welche zu weitern Unterſuchungen und Verbeſſerungen ſehr bequem iſt. Die Subtangente mit der Barometerhöhe dividirt, zeigt auch ſogleich, wie vielmal die Luft leichter, als Queckſilber, iſt.

Herr **Roſenthal** (Beylage zu Herrn Krampens Geſchichte der Aeroſtatik, Gotha, 1785. 8.) hat ſich zwar verſchiedene von Herr **Kramps** Sätzen, als ſeine Erfindungen zueignen wollen; dieſer aber (Anhang zur Geſchichte der Aeroſtatik, Straſb. 1786. gr. 8.) antwortet darauf ſehr gründlich und mit ſichtbarem Gefühl ſeiner Ueberlegenheit, zeigt auch lehrreich, wie der Gang ſeiner Ideen durch **Bouguer's**, **Lamberts** und **de Lüc's** Schriften ganz natürlich veranlaſſet worden ſey, und fügt eine ſehr wohl ausgearbeitete Theorie der ſpecifiſchen Federkräfte verſchiedener Luftarten, nebſt einer Tabelle über dieſelben bey 55 Grad nach Fahrenheit aus Fontana's Verſuchen bey, die er mit brauchbaren Anwendungen auf das Gleichgewicht der Luftarten in verſchloßnen Röhren, und auf die Geſchwindigkeit des Schalles begleitet.

Herr Hofrath **Mayer** (Phyſikaliſch-mathematiſche Abhandlung über das Ausmeſſen der Wärme in Rückſicht auf das Höhenmeſſen vermittelſt des Barom. Frf. u. Lpzg.

1786. 8.) giebt eine allgemeine Theorie der Wärmemeſſung, über welche Amontons, Lambert, de Lüc u. a. ſchon ſo viel einzelne ſchöne Erfahrungen gemacht, und Unterſuchungen angeſtellt hatten. Das allgemeine Geſetz ſcheint, unter den gehörigen Ausnahmen, dieſes zu ſeyn, daß ſich die Differenzen der Räume, in die ſich ein Körper ausdehnt, wie die Differenzen der Temperaturen, verhalten. Hieraus wird eine Differentialformel hergeleitet, welche fruchtbar an wichtigen Folgen iſt, und ſtreng beweiſet, daß die blos von der Wärme herrührende Veränderung der Federkraft der Aenderung der Wärme ſelbſt proportional ſey. Dies wird nun nach Verſuchen über die Vergleichung der abſoluten Wärmen mit den Ausdehnungen der Luft, auf die barometriſche Höhenmeſſung angewendet, und gezeigt, wie de Lüc's Berichtigung um $\frac{1}{211}$ für jeden reaumüriſchen Grad aus den Verſuchen und der Differentialgleichung folge. Herr **Mayer** behauptet, de Lüc's Beſtimmung von $\frac{1}{211}$ ſey in allen Fällen ſo zureichend, daß ſie keiner weitern Verbeſſerung bedürfe.

Herr **Hennert** betrachtet in ſeiner 1785 zu Göttingen gekrönten Preißſchrift (Commentatio de altitudinum menſuratione ope barometri. Ultraj. 1786. 8maj.) die Theorie der Höhenmeſſungen und ihrer Berichtigungen in der größten Allgemeinheit. Der Raum verſtattet hier nicht, ſeine Berechnungen im Zuſammenhange vorzulegen. Einzelne Bemerkungen daraus ſind folgende: Wenn ſich Dichten zwoer Luftmaſſen, wie D:d, Wärmen (d. i. Luftſäulen, die von ihnen bey einer gewiſſen Dichte und bey den ſtattfindenden Temperaturen getragen werden können) wie C:γ, die Queckſilberſäulen, die ſie tragen, wie f:y verhalten ſo iſt $\frac{f}{DC} = \frac{y}{\delta\gamma} = A$ eine unveränderliche Größe. Nun folgt aus den gewöhnlichen Schlüſſen die Formel

$$\delta dx = -dy \text{ oder } \frac{ydx}{\gamma} = -Ady$$

woraus man nach gehörigem Integriren $\int \frac{dx}{\gamma} = A \text{ log. nat.}$

$\frac{f}{y}$ erhält. Die Berichtigung wegen der Wärme des Queckſilbers richtet H. ſo ein, daß ſie nach einer von ihm mitgetheilten Tafel nur am untern Barometerſtande f vorgenommen werden darf, den er alsdann f corr. nennt. Statt der natürlichen Logarithmen briggiſche zu gebrauchen, darf man nur A mit 2,30285.... multipliciren, wodurch es ſich in B verwandelt. Um nun noch dx : γ zu integriren, nimmt er $\gamma = C\,(1 + \frac{\alpha x}{f})$ an und findet ſo, mit Weglaſſung kleiner Größen

$$x = \frac{2C\gamma}{C+\gamma} . \text{ B log. } \frac{f\,corr.}{y} .$$

wo C und γ aus mitgetheilten Tabellen durch die Grade des fahrenheitiſchen Thermometers an beyden Standpunkten gegeben ſind. Herr H. zeigt auch, daß dieſe Methode mit den meiſten Erfahrungen übereinſtimme.

Zu den Formeln, welche vom Mariottiſchen Geſetze abweichen, gehört noch eine von Herrn D. **Wünſch** (Neue Theorie von der Atmoſphäre und Höhenmeſſ. mit Barometern, Leipzig, 1782. 8.). Sie beruht auf den Sätzen, daß ſich die Dichte der Luft wegen des Geſetzes der Gravitation verkehrt, wie die vierte Potenz des Abſtandes vom Mittelpunkte der Erde, verhalte, und daß man die ſo gefundene Dichte, wegen des Drucks der obern Luft auf die untere, mit der halben untern Barometerhöhe multipliciren müſſe, um die wirkliche Dichte zu erhalten. Daraus ſoll nun eine Formel folgen, in welcher Unterſchiede der Wurzeln vierter Potenz aus den Barometerhöhen faſt eben ſo gebraucht werden, wie ſonſt die Unterſchiede der Logarithmen. Herr W. theilt deswegen mühſam berechnete Tafeln über die Wurzeln der vierten Potenz aus den natürlichen Zahlen und ihre Unterſchiede mit. Aber der Grund dieſes Gebäudes iſt eine bloße, noch dazu höchſt unwahrſcheinliche, Hypotheſe, und die Formeln folgen nicht richtig aus den vorausgeſchickten Sätzen.

Man weiß aus Beobachtungen, daß die Veränderun-

gen des Barometers auf eine große Strecke Landes gleichzeitig erfolgen, und wenn die Orte gleich hoch liegen, auch gleich groß, bey nicht allzugroßen Unterſchieden der Höhen aber den mittlern Höhen der Queckſilberſäulen an dieſen Orten proportional ſind. Bey großen Unterſchieden der Höhen aber, die mehrere Hunderte von Toiſen betragen, hört dieſes Geſetz auf, und die Barometerveränderungen werden in der Höhe weit geringer, welches ein unglücklicher Umſtand für die Höhenmeſſungen iſt. (Man ſ. *Sauſſure* Voyages dans les Alpes, To. IV.)

Durch das Barometer können auch weite Strecken Landes, oder der Lauf der Flüſſe, nivellirt werden. Man läßt entweder an einem Orte das Barometer täglich zu gewiſſen Stunden beobachten, und macht die Beobachtungen an andern Orten zu eben den Stunden, um die gleichzeitigen paarweiſe zur Berechnung zu gebrauchen; oder man nimmt für jeden Ort die daſelbſt beobachteten **mittlern Barometerhöhen**. Für die **Meeresfläche** iſt der mittlere Barometerſtand nach **Bouguer** 28 pariſer Zoll 1 Lin.; er kan aber bis 28 Zoll $4\frac{3}{4}$ Lin. ſteigen.

Recherches ſur les modifications de l'atmoſphère par Mr. *Iean Andre de Luc*, à Geneve, To. I et II. 1772. gr. 4.

J. A. de Lüc Unterſuchungen über die Atmoſphäre; aus dem Franz. überſ. Leipzig, I. Th. 1776. II. Th. 1778. gr. 8.

A. G. Käſtners Abhandlung von Höhenmeſſungen durch das Barometer, in ſ. Anmerkungen über die Markſcheidekunſt. Göttingen, 1775. 8. S. 215. u. f.

C. H. *Damen* Diſſ. phyſ. et math. de montium altitudine barometro metienda. Hagae Com. 1783. 8.

Höhlen, unterirdiſche, Grotten, Cavernae, *Cavernes*, *Grottes*. Leere Räume von verſchiedener Größe, in den Bergen oder im Innern der Erde. Sie werden mehrentheils in gebirgichten Orten, vornehmlich in Kalkgebirgen, ſelten oder niemals im platten Lande angetroffen. Auf den Inſeln des Archipelagus, den azoriſchen, canariſchen, grünen, moluckiſchen u. a. ſind ſie ſehr häufig, da Inſeln überhaupt nichts als Spitzen von Bergen ſind, die

aus dem Meere hervorragen. Gemeiniglich haben ſie Gänge von verſchiedener Höhe und Richtung, welche in größere mit Pfeilern und Figuren von Tropfſtein ausgezierte Klüfte führen, auf deren Boden ſich Waſſer befindet. Bisweilen trifft man darinn auch Knochen, Zähne und Gerippe von Landthieren an.

Die **Elfenhöhle** (*Paols-hole, fire-hole*) in Derbyſhire iſt ihrer Größe wegen bekannt. Man läßt ſich zuerſt auf 120 Fuß tief durch eine lothrechte Oefnung hinab, die endlich ſeitwärts geht, ſich erweitert, und auf einem Steingeſchütte zu einer Höhle führt, welche auf 150 Fuß Höhe und Breite hat, und in der ſich 60—99 Fuß hohe Pfeiler von Tropfſtein erheben. Sie iſt von **Leigh** (ſ. Act. Erud. Lipſ. 1701. Nov. p. 517.) und von **Lloyd** (Philoſ. Trans. 1771. Vol. LXXI. n. 31.) beſchrieben worden.

Die **Baumannshöhle** auf dem Harz, zu welcher ein natürliches Gewölbe in den Berg hinein führt, beſteht aus mehreren Räumen und engen Gängen. Sie iſt überall mit Tropf- und Rindenſteinen ausgezieret, an denen ſich eine lebhafte Einbildungskraft allerley Figuren, als Moſen mit zwey Hörnern, Chriſti Auferſtehung, Mönche, ein betendes Weib, Orgeln u. dgl. hat vorſtellen können. Man findet in ihr auch Knochen und allerley Verſteinerungen. Die **Scharzfelder Höhle** iſt jener ſehr ähnlich, und hat unter einer großen Menge Knochen einige von ſolcher Größe, daß man die Thiere nicht errathen kan, denen ſie zugehören. Dieſe Höhlen hat **Leibnitz** (Protogaea, ex edit. *Scheidii.* Gott. 1749. 4. To. I. §. 36. 37.) beſchrieben.

Auch in Frankreich und der Schweiz findet man viele ähnliche Höhlen. Eine in der Franche Comte (Mém. de Paris 1712. 1726. ingl. Mém. des Sav. etrangers, To. I.) hat einen Boden, der aus drey Fuß dickem Eiſe beſteht, und viele auf 20 Fuß hohe Eispfeiler. Das Thermometer hält ſich darinn beſtändig um den Eispunkt. Die **Grotte de Notre Dame de Balme**, 7 Stunden weit von Lion, hat an der einen Seite einen 6 Fuß breiten Bach, der ſich beym Ausgange in die Rhone ergießt. Aus dem Ver-

ge **Coyer**, aus **Malignon** in Provence ꝛc. bricht durch Spalten und Oefnungen ein kalter Wind hervor.

In Italien ſind verſchiedene unterirdiſche Höhlen. Der **Monte Eolo** nordwärts von **Terni**, bey der kleinen Stadt **Ceſi** giebt aus ſeinen Spalten, beſonders zur Sommerzeit, einige Stunden vor und nach dem Mittage, einen kühlen Wind. Die **Hundsgrotte** (Grotta del cane) bey Neapel, deren ſchon **Plinius** (Hiſt. nat. Lib. II.) gedenkt, iſt wegen des erſtickenden Schwadens auf ihrem Fußboden bekannt, in welchem die Thiere ſterben und die Fackeln verlöſchen. Dieſer Schwaden erſtreckt ſich nur bis 10 Zoll über dem Boden, und in einer größern Höhe kan man ſich ohne Schaden aufhalten und frey athmen. Dieſer tödtliche Schwaden beſteht aus fixer Luft, welche aus dem kalkartigen Boden durch die in den daſigen Schwefelkieſen enthaltene Vitriolſäure entwickelt wird, ſ. **Gas, mephitiſches**.

Ueberhaupt ſind in den vulkaniſchen, ſchweflichten und den Erdbeben ausgeſetzten Gegenden die Höhlen ſehr häufig, wie z. B. in den Inſeln des Archipelagus, in den Azoren, Moluken, den Cordelieren, in Peru u. ſ. w.

Eine der berühmteſten Höhlen iſt die **Grotte von Antiparos**, welche **Tournefort** (Voyage au Levant, ed. de Lion, 1717. 4. p. 188. ſq.) beſchreibt. Der Eingang iſt gewölbt und über 20 Schritte weit; er führt zu einer dunkeln Oefnung, durch die man mit großer Schwierigkeit vermittelſt enger Gänge, ſchmaler Treppen und Leitern, über jähe Abſtürze bis zu einer Tiefe von mehr als 300 Klaftern gelangen kan, wo man eine ſehr große und auf dem Boden mit allerley Steinfiguren bedeckte Höhle findet. Der bey den Alten bekannte **Labyrinth in Creta** oder Candia bey Gortyna, hat ſeinen Eingang an der Südſeite des Berges Ida. Er führt durch einen Gang mit vielen Beugungen und Seitenſteigen, wovon der größte 1200 Schritt lang iſt, zu zween großen Sälen. Der Weg iſt zuweilen ſo niedrig, daß man kriechen muß. Die Wände ſind lothrecht und ſcheinen von großen ordentlich über einander liegenden Steinen aufgeführt; die eingehauenen Namen haben ein

Relief auf zwo Linien dick erhalten, welches weißer iſt, als der Stein. **Tournefort** ſieht dieſen Labyrinth, wenigſtens zum Theil, für ein Werk der Menſchen an; **Pocock** vermuthet, daß es ein Steinbruch geweſen ſey, welches aber wegen des weichen Steins, der Beſchaffenheit der Gänge und der Schwierigkeit der Ausförderung ſehr unwahrſcheinlich iſt. In dem alten Achaja, jetzt Livadia, iſt die **Grotte des Trophonius**, welche im Alterthum wegen eines Orakels bekannt war. Sie liegt zwiſchen einem See und dem Meere, unter einem hohen Berge, durch welchen auf 40 unterirdiſche Gänge hindurch gehen, und zum Theil dem See zum Abfluſſe dienen.

Die meiſten dieſer Höhlen, vorzüglich diejenigen, welche in Kalkgebirgen angetroffen werden, und auf dem Boden Waſſer enthalten, ſcheinen vom **Waſſer** gebildet zu ſeyn, welches beym Durchſeihen durch die Zwiſchenräume des Geſteins, die in Schichten oder Neſtern liegenden kalkartigen Materien nach und nach erweicht, und mit ſich hinweg geführt hat. Die Vergrößerung ſolcher Höhlen dauert hin und wieder noch jetzt fort; denn man findet, daß von den Decken dieſer Gewölber noch immer Waſſer herabtröpfelt. Findet ein ſolcher Tropfen bey ſeinem Falle eine Baſis, ſo ſetzt er an dieſelbe die Kalktheile ab, die er mit ſich führet, und bildet dadurch mit der Zeit die **Tropfſteine** oder **Stalactiten**, die ſich in dergleichen Höhlen ſo häufig in Form der Eiszapfen, Säulen, Kruſten und unter mancherley andern ſeltſamen Geſtalten erzeugen. Noch jetzt ſpühlt das durchſeihende Thau- und Regenwaſſer in den Kalkgebirgen ganze Schichten aus, und macht dadurch die Oefnungen, welche die Bergleute **Kalkſchlotten** zu nennen pflegen (ſ. **de Lüc** Briefe über die Geſchichte der Erde und des Menſchen, II. Th. 112. Brief.). Bisweilen ſtürzt dadurch ein Theil des darüberliegenden Bodens ein, und veranlaſſet die ſogenannten **Erdfälle**, dergleichen ſich an vielen Orten, z. B. in der Gegend um Pyrmont (ſ. **Markard** Beſchreibung von Pyrmont, I. Th. II. Abſchn. Cap. 2. S. 185.) ſehr häufig finden. Iſt eine ſolche Kalkſchicht mit Materien vermiſcht, die das Waſſer nicht

auflöſen kan, z. B. mit Conchylien, Knochen und Landthieren, Trümmern von feſtem Geſtein u. dgl., ſo bleiben dieſe auf den Boden der Höhlen zurück, woraus ſich die Menge der Muſcheln, Knochen und des Steinſchutts auf dem Boden der Höhlen ſehr leicht erkläret. Es iſt alſo kaum zu bezweifeln, daß die meiſten Höhlen ihre Entſtehung dieſer Urſache zu danken haben.

Außerdem aber können auch Erdbeben und Vulkane ſowohl in urſprünglichen, als auch in vulkaniſchen Bergen, durch ungleiche Erhebung oder Brechung, durch Erhärtung der obern Lava, unter welcher die untere noch immer abfließt, und auf andere Art, Höhlen erzeugen. Die ſogenannten **Aeolushöhlen** erklärt Knoll (Unterhaltende Naturwunder, Aeolushöhlen, u. ſ. w. Erfurt, 1786. 8.) durch periodiſches Stürzen kälterer dichterer Luft in dünnere wärmere, durch Hervorbrechen vulkaniſcher Dünſte, oder Entwickelung künſtlicher Luftarten, und durch Wind, der von herabſtürzendem Waſſer erregt wird.

Bergmann, phyſicaliſche Beſchr. der Erdkugel, durch Röhl, Greifswalde, 1780. gr. 8. I. Th. 2. Abth. Cap. 7.

Briſſon Dict. raiſonné de phyſique, art. *Cavernes.*

Hörrohr, Tuba acuſtica, *Cornet acouſtique.* Ein Werkzeug zu Verſtärkung des Gehörs für diejenigen, bey welchen dieſer Sinn ſchwach iſt. Man giebt den Hörröhren eine weite Oefnung AC, Taf. XI. Fig. 74. und CD, Fig. 75., damit ſie ſoviel Schallſtralen ab, cd, als möglich auffangen können, welche ſonſt bey dem Ohre vorbeygehen würden. Dem innern Theile Ab, Cd, giebt man am beſten eine paraboliſche Geſtalt, welche die Parallelſtralen ab, cd in den Brennpunkt f ſammelt, wo ſie durch die Röhre fg, die man in das Ohr ſteckt, zu dem Werkzeuge des Gehörs geführt werden. Inwendig müſſen dieſe Hörröhren wohl polirt, auswendig aber mit einem weichen Stoffe überzogen ſeyn, damit ſie den Schall vollkommen regelmäßig zurückwerfen, auch durch die äußere Seite nicht durchlaſſen. **Le Cat** (Traité des ſens, p. 292.) bemerkte am Bau des Ohrs, daß der Schall in einer völlig eingeſchloßnen Luft ſehr verſtärkt werde, und gab daher das

doppelte Hörrohr, Fig. 75. an, wo die Höhlung AEB eine eingeſchloßne Luft enthält, welche nicht anders, als durch die Röhre EG in das Ohr ausweichen kan, und von den Schallſtralen gerührt wird, die ſich in der vordern Höhlung CFD nach F reflectiren. Solcher Röhren bedienen ſich ſchwerhörende Perſonen mit Nutzen. Sonſt thut uns und den Thieren das äußere Ohr eben die Dienſte, wie auch die hohle Hand, wenn man ſie hinter das Ohr hält.

Briſſon Dict. raiſ. de Phyſique, art. *Cornet acouſtique.*
Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre, 4te Aufl. §. 227.

Hohlgläſer, ſ. **Linſengläſer**.

Hohlſpiegel, Speculum concavum, *Miroir concave.* Ein krummer Spiegel, deſſen Fläche nach der Vorderſeite zu **hohl** iſt. Die Krümmung kan ſphäriſch, paraboliſch, elliptiſch oder hyperboliſch ſeyn. Da die letztern beyden Arten ſelten gebraucht werden, für die paraboliſchen aber ein eigner Artikel (**Paraboliſche Spiegel**) beſtimmt iſt, ſo bleiben hier nur noch die ſphäriſchen Hohlſpiegel oder **hohlen Kugelſpiegel** (ſpecula ſphaerica concava) zu betrachten übrig, wobey man erſtens auf die Wege der von ihnen zurückgeworfenen Stralen, zweytens auf die Bilder, die ſie darſtellen, zu ſehen hat.

MN, Taf. XI. Fig. 76. ſey ein Durchſchnitt eines hohlen Kugelſpiegels, und deſſen Mitte A ſey mit dem Mittelpunkte der Kugel C durch die Axe AC verbunden. Ein Stral LM, der parallel mit der Axe einfällt, macht mit dem Halbmeſſer der Kugel CM, (welcher auf der Kugelfläche bey M lothrecht ſteht) den Einfallswinkel $o = y$, wird alſo unter einem eben ſo großen Winkel $x = o = y$ ſo zurückgeworfen, daß er die Axe CA bey O ſchneidet. Weil nun im Dreyecke COM die Winkel x und y gleich ſind, ſo ſind auch die Seiten MO und CO gleich, und werden, wie in jedem gleichſchenklichten Dreyecke, durch das Product der halben Grundlinie in die Secante des anliegenden Winkels ausgedrückt. Nennt man alſo den Halbmeſſer der Kugelfläche $CM = a$, ſo iſt

$$CO = \tfrac{1}{2}a.\ \mathrm{ſec.}\ y.$$

Der Stral CA, der in der Axe ſelbſt einfällt, trifft den Spiegel ſenkrecht, und prallt in ſich ſelbſt zurück. Der zunächſt an CA einfallende ca, für welchen der Bogen Aa oder das Maaß des Winkels y unendlich klein, alſo deſſen Secante = 1 iſt, trifft die Axe in F ſo, daß CF = $\frac{1}{2}$ a, oder F auf der Helfte des Halbmeſſers liegt.

Iſt die Breite des Spiegels oder der Bogen AM (der allezeit den Winkel y mißt) 18°, ſo wird LM, der letzte einfallende Parallelſtral, die Axe in O ſo treffen, daß CO = $\frac{1}{2}$ a. ſec. 18° = 1,051... $\frac{1}{2}$ a = 0,5255.. a. Alle den Spiegel treffende Parallelſtralen werden alſo zwiſchen F und O durch die Axe gehen, wobey der Raum FO = 0,5255.. a — 0,5. a = 0,0255..a oder $\frac{1}{39}$ des Halbmeſſers beträgt.

Wäre des Spiegels Breite AM oder y = 60°, ſo würde für den äußerſten Parallelſtral CO = $\frac{1}{2}$ a. ſec. 60° = a ſeyn, oder dieſer Stral wird auf den Spiegel ſelbſt nach A zurückgeworfen.

Der Raum FO = CO — CF iſt überhaupt für jede Breite des Spiegels = $\frac{1}{2}$ a. ſec. y — $\frac{1}{2}$ a = $\frac{1}{2}$ a. (ſec. y — 1), alſo für die Breiten 3°, 6°, 9°, 15° = a multiplicirt in 0,00086; 0,00275; 0,00623; 0,01763, oder = $\frac{1}{1170}$, $\frac{1}{363}$, $\frac{1}{160}$, $\frac{1}{57}$ des Halbmeſſers.

Ein hohler Kugelſpiegel alſo bringt Stralen, welche mit ſeiner Axe parallel einfallen, in einem Raume FO zuſammen, der einen deſto geringern Theil des Halbmeſſers ausmacht, je kleiner die Breite des Spiegels iſt. Der Punkt F liegt um die Helfte des Halbmeſſers vom Spiegel ab. Die nahe an der Axe einfallenden Stralen ſammeln ſich näher bey F, die weiter abliegenden weiter von F ab gegen A zu, und die 60° abſtehenden in A ſelbſt. Auch werden die Unterſchiede der Räume FO, in welchen die zurückgeworfenen Stralen die Axe kreuzen, deſto kleiner, je näher die Stralen an der Axe liegen, d. i. je näher ſie bey F vorbeygehen, oder die Strahlen kommen in der Gegend von F am dichteſten zuſammen.

Durch dieſe Verdichtung werden die Sonnenſtralen, wenn die Axe des Spiegels gegen der Sonne Mittelpunkt gerichtet iſt, vermögend gemacht, bey F zu brennen,

ſ. **Brennſpiegel.** Daher heißt auch F der **Brennpunkt** und AF die **Brennweite** des Spiegels, welche letztere alſo die Helfte des Halbmeſſers oder **den vierten Theil des Durchmeſſers** beträgt. Dieſen Satz hat Porta (De refractione, p. 39.) zuerſt angegeben. Wenn der Spiegel keine allzugroße Breite hat, ſo kan man annehmen, alle aus einem Punkte der Sonne kommende Stralen würden um F vereiniget, wobey das, was hierin nicht in aller Schärfe richtig iſt, als eine **Abweichung wegen der Kugelgeſtalt** des Spiegels angeſehen wird. Die weiter von F abliegenden Stralen dienen doch den Gegenſtand mit zu erwärmen. Offenbar aber wäre es zum Brennen unnütz, dem Spiegel viel Grade zu geben.

Die Größe der Abweichung wegen der Kugelgeſtalt kömmt auf die Größe des Raumes FO an, und läßt ſich aus ihr durch Rechnungen herleiten, welche für unſern gegenwärtigen Zweck zu weitläuftig ſind. Herr **Käſtner** (Analytiſche Katoptrik, in **Smiths** Lehrbegriff der Optik, S. 81. u. f.) hat dieſelben analytiſch ausgeführt und berechnet (15 Zuſ. S. 92.), daß bey einem hohlen Kugelſpiegel von 8° Breite das Licht in einem nahe am Brennpunkte liegenden Kreiſe 170590 mal dichter zuſammen gebracht wird, als beym Einfallen, vorausgeſetzt, daß keine Stralen durch die Reflexion verlohren gehen.

Fiele die Abweichung wegen der Kugelgeſtalt ganz hinweg, ſo würde ſich im Brennpunkte F ein deutliches Bild der Sonne zeigen, und ſchon darum würde ſich der Brennpunkt in einen dieſem Bilde gleichen Flächenraum verwandeln. Wie man unter dieſer Vorausſetzung die Dichte des Lichts im Brennraume finde, iſt bey dem Worte: **Brennraum** angegeben. Die Abweichung aber vermindert nicht allein die Deutlichkeit dieſes Sonnenbilds in F, ſondern macht auch, daß zwiſchen F und O eine ununterbrochene Reihe von Sonnenbildern entſteht, welche verſchiedene Größen haben, und den Brennraum zu einem körperlichen Raume ausdehnen, deſſen auf den Spiegel lothrechte Durchſchnitte von **Brennlinien** begrenzt werden. Da man aber den hohlen Kugelſpiegeln nie eine beträchtliche Breite

giebt, ſo kan man bey den allgemeinen Erklärungen ihrer Phänomene die Abweichung wohl bey Seite ſetzen.

Stralen, die aus F auf die Fläche des Hohlſpiegels fallen, werden dergeſtalt zurückgeworfen, daß ſie hernach alle unter ſich und mit der Axe gleichlaufend werden. Von einer brennenden Kerze in F wirft der Spiegel alles Licht parallel in unendliche Entfernungen hinaus.

Daß die zündende Eigenſchaft der hohlen Kugelſpiegel ſchon den Alten bekannt geweſen ſey, erhellet aus den Anfangsgründen der Katoptrik, die man insgemein dem **Euklides** zuſchreibt, wo dieſe Eigenſchaft (Prop. 31.) ausdrücklich erwähnt, der Brennpunkt aber ſehr unrichtig in den Mittelpunkt der Kugelfläche geſetzt wird. Man findet aber keine beſtimmten Nachrichten, daß davon irgend einiger Gebrauch gemacht worden ſey, und die Erzählung von Archimeds Brennſpiegeln iſt vielen Zweifeln unterworfen, ſ. **Brennſpiegel**. Euklids Katoptrik beſchäftiget ſich mehr mit den im Hohlſpiegel erſcheinenden Bildern, zu deren Betrachtung wir nunmehr fortgehen wollen.

Es iſt bey dem Worte: **Bild** bereits angeführt worden, daß man die Beſtimmung des Orts der Bilder in Spiegeln auf zweyerley Sätze gründe. Der erſte, ſchon in Euklids Katoptrik gebrauchte, iſt dieſer: daß man das Bild eines Punkts da ſehe, wo der vom Spiegel zurückgeworfene Stral das vom Punkte auf die Spiegelfläche gefällte Loth ſchneidet. Euklid ſuchte ihn daher zu erweiſen, weil man in Kugelſpiegeln kein Bild ſieht, wenn das Auge in dieſem Lothe ſteht, welcher Grund aber nicht hinreichend iſt. Der andere von **Barrow** eingeführte Grundſatz nimmt den Ort des Bildes in der Spitze des von den zurückgeworfenen Stralen gebildeten Kegels an. Nun giebt es zwar, wie Herr **Käſtner** (De objecti in ſpeculo ſphaerico viſi magnitudine apparente, Comm. Nov. Gotting. To. VIII. 1777.) gezeigt hat, in ſphäriſchen Spiegeln gar keinen Punkt, aus dem die von einerley Punkte des Gegenſtandes ins Auge fallenden Stralen alle herkämen; doch enthält auch bey ihnen das Perpendikel von dem ſichtbaren Punkte auf die Fläche des Spiegels (oder die

Linie durch den ſichtbaren Punkt und des Spiegels Mittelpunkt) denjenigen Ort, um welchen die Zerſtreuungspunkte der zurückgeworfenen Stralen am dichteſten beyſammen liegen, in welchen man alſo den Ort des Bildes ohne großen Fehler ſetzen kann.

Dies alſo vorausgeſetzt, ſey Taf. XI. Fig. 77. SV der Durchſchnitt eines Hohlſpiegels mit der Ebne, in welcher die Reflexion geſchieht; C der Mittelpunkt des Spiegels, F der Brennpunkt. Zwiſchen dem Brennpunkte und dem Spiegel befinde ſich der Gegenſtand AB; die Perpendikel aus ſeinen Endpunkten auf die Spiegelfläche ſind die durch den Mittelpunkt C gehenden Linien CAI, CBM. Die aus A auf den Spiegel fallenden divergirenden Stralen AR, AG werden nach der Zurückwerfung weniger divergiren, gerade als ob ſie aus einem entlegenern Punkte des Perpendikels I herkämen. So wird dem Auge O, das dieſe Stralen auffaßt, das Bild von A ohngefähr um I zu liegen ſcheinen; und eben ſo wird das Bild von B hinter dem Spiegel in M auf der Verlängerung von CB liegen. Der Gegenſtand erſcheint alſo **hinter dem Spiegel** in IM **aufrecht** und **vergrößert**. Je näher AB an den Brennpunkt rückt, deſto weniger divergiren die reflectirten Stralen, deſto weiter fallen alſo die Vereinigungspunkte I und M hinaus, und deſto ſtärker wird die Vergrößerung.

Rückt AB in den Brennraum F ſelbſt, ſo gehen die aus A einfallenden Stralen nach der Reflexion parallel mit einander ſelbſt, und mit dem Perpendikel CA. Es giebt alſo in dieſem Falle keinen Durchſchnittspunkt mehr; und die zurückgeworfenen Stralen bilden nicht Kegel, ſondern Cylinder, die keine Spitze haben; es kan alſo kein Bild von A erſcheinen. Eben dies gilt von B, und von den übrigen Punkten des Gegenſtandes, der alſo, wenn er im Brennraume ſteht, im Spiegel **gar nicht** geſehen werden kan.

Liegt der Gegenſtand über den Brennpunkt F hinaus, wie AB (Taf. XI. Fig. 78.), ſo werden die Stralen AR, AG nach der Zurückwerfung **convergent**, kreuzen ſich in einem Punkte I des Perpendikels ACV, und kommen in

dem Falle, den die Figur darſtellt, erſt nach dem Durchkreuzen ins Auge, daher das Bild von A in I erſcheinen ſollte. Eben ſo müßte B ſein Bild in M haben, und alſo das Bild IM **umgekehrt** vor dem Spiegel in der Luft zu ſchweben ſcheinen. Man nennt es daher ein **Luftbild**.

Es ſind hierbey drey Fälle zu unterſcheiden. 1) Wenn, wie bey Fig. 79., der Gegenſtand AB zwiſchen F und C, dem Brennpunkte und Mittelpunkte des Spiegels liegt, ſo iſt der Perpendikel durch A die Linie SACI, der Stral AR wird nach I zurückgeworfen, ſchneidet daſelbſt den Perpendikel, und ſtellt A in I, mithin das umgekehrte Luftbild IM noch **vor dem Gegenſtande** AB ſelbſt, und **größer**, als dieſen, vor. 2) Wenn der Gegenſtand im Mittelpunkte des Spiegels ſelbſt, oder in C liegt, wie Ca, Fig. 79. Alsdann bekömmt der durch a gehende Perpendikel auf den Spiegel die Lage Ca ſelbſt, und das Bild von a fällt in b, wo der reflectirte Stral Rb die Verlängerung von aC ſchneidet. Weil hier Cb=Ca, ſo iſt in dieſem Falle das Luftbild eben ſo groß, als der Gegenſtand, und ſollte denſelben zu berühren ſcheinen. 3) Wenn der Gegenſtand über den Mittelpunkt C hinaus liegt, wie Fig. 78., ſo ſchwebt das Luftbild **näher** vor dem Spiegel, und iſt **kleiner**, als der Gegenſtand.

Mit dieſen Sätzen ſtimmt die Erfahrung zwar in Abſicht auf die umgekehrte Lage und die Größe der Bilder völlig überein; was aber die ſcheinbaren Stellen der Luftbilder betrifft, ſo findet man zwiſchen den erwähnten drey Fällen wenig Unterſchied, die Bilder ſcheinen einmal wie das anderemal gleichſam auf dem Spiegel ſelbſt zu ſchweben, und man ſieht ſie ſogar, wenn das Auge die Punkte I und M hinter ſich hat. Dies iſt allerdings ein wichtiger Einwurf gegen die Theorie, deſſen Stärke **Barrow** ſelbſt gefühlt hat. Bey dem Worte: **Bild** habe ich angeführt, wie man dieſe Schwierigkeit zu heben geſucht habe. Der Anblick der Luftbilder iſt für uns eine neue und ungewöhnliche Art des Sehens, wobey wir das Bild auf den Spiegel ſelbſt ſetzen, weil wir zwiſchen beyden nichts ſehen, was uns einen Begriff von Abſtand oder Entfernung geben könnte. So

löſet ſich die Schwierigkeit in einen Geſichtsbetrug oder vielmehr in ein Sehen und Urtheilen nach unbeſtimmten Regeln auf; und wenn der Ort des eigentlichen Bildes erſt hinter dem Auge liegt, und wir alſo von den Punkten des Gegenſtandes **convergirende** Stralen erhalten, ſo wird das Bild jederzeit ſehr undeutlich ſeyn, und wir werden, wenn wir es genau betrachten wollen, eine ſchmerzhafte Anſtrengung des Auges fühlen. Dennoch bleibt an dem gemachten Einwurfe ſoviel wahr, daß die ſcheinbare Stelle geſehener Punkte nicht von dem Scheitel des Kegels der Geſichtsſtralen allein, ſondern von mehrern Umſtänden abhängt, ſ. **Entfernung, ſcheinbare.**

Johann Georg Brengger, ein Arzt in Kaufbeuern, äußert in einem Briefe an **Keplern** vom 22. Dec. 1604. (Epiſtolae ad Keplerum ſcriptae ed. a *Mich. Gottl. Hanſchio*, Lipſ. 1718. fol. Ep. CLI. p. 223.) den Gedanken, der Ort des Bildes liege in dem Perpendikel aus dem leuchtenden Punkte auf die Ebne, welche die Spiegelfläche im Zurückſtrahlungspunkte berühret, eine Beſtimmung, welcher auch **d'Alembert** (Opuſcules mathem. To. I. p. 275.) vor der alten gewöhnlichen den Vorzug giebt. **Kepler** aber (Ep. CLII.) antwortet darauf ſehr gut, es komme nicht auf eine, ſondern auf mehrere Repercuſſionen, nemlich auf die Vereinigungspunkte mehrerer zurückgeworfenen Stralen an. **D'Alembert** beſchließt ſeine Unterſuchungen auch damit, daß es gar keinen allgemeinen Grundſatz über den ſcheinbaren Ort der Bilder gebe.

Man kan das Schweben der Bilder in der Luft deutlicher bemerken, wenn man etwas zwiſchen den Ort des Bildes und den Spiegel bringt, und bewegt, wodurch die Empfindung eines Abſtands vom Spiegel lebhafter gemacht wird. Ficht man z. B. mit einem Degen gegen den Hohlſpiegel, ſo ſcheint das Bild des Degens aus dem Spiegel hervorzukommen und dagegen zu fechten; bewegt man die Hand gegen den Spiegel, ſo ſcheint aus demſelben eine andere Hand zu kommen, und ſich in jene zu legen u. ſ. w.

Käſtner Anfangsgr. der angew. Math., 1ſte Abth. Dritte Aufl. Katoptrik, § 32. u. f.

Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel, S. 7. u. f.

Holländiſches Fernrohr, ſ. **Fernrohr.**

Homogen, Gleichartig, Homogeneum, Similare, *Homogene, Similaire.* Was von einerley Art und Beſchaffenheit iſt. Beſteht ein Körper aus lauter Theilen, die mit dem Ganzen ſelbſt von einerley Art ſind (partes ſimilares), ſo pflegt man auch wohl den Körper ſelbſt einen **homogenen** zu nennen. Solche Körper ſind das reine Waſſer, die reinen Metalle, die einfachen Farbenſtralen (wenn man anders das Licht für eine materielle Subſtanz annimmt), u. ſ. w. Die Theile ſolcher Körper haben einerley Dichte, Farbe, Härte, und überhaupt einerley Eigenſchaften mit dem Ganzen. Dem Homogenen ſetzt man das Heterogene entgegen, ſ. **Heterogen.**

Horizont, Geſichtskreis, Horizon, Circulus finitor, *Horizon.* Ueberall auf der Erdfläche, wo nicht hohe Gegenſtände die freye Ausſicht hindern, ſieht es aus, als ob ſich das Auge in einer kreisförmigen Ebne befände, auf der der Himmel, wie ein hohles Gewölbe, ringsherum aufliegt. Dieſe Ebne ſelbſt, und auch ihr Umkreis, heiſſen der **ſcheinbare Horizont** (Horizon apparens); die Ebne ſelbſt berührt die kugelförmige Erdfläche an dem Orte, wo das Auge ſteht, und wird alſo Taf. VIII. Fig. 2. durch hr vorgeſtellt. Das Auge o nemlich kan, weil die Erde undurchſichtig iſt, vom Himmel nicht mehr überſehen, als was über hr liegt.

Eine Ebne HCR, mit dieſer berührenden parallel durch C, der Erde Mittelpunkt, geführt, heißt der **wahre Horizont** (Horizon verus). Eben dieſen Namen führt auch ihr Umkreis, der ein gröſter Kreis der Sphäre iſt. Beyde Horizonte ſtehen von einander um den Bogen Hh, oder um das Maaß des Winkels HCh ab, welcher den Namen der **Horizontalparallaxe** führt, und deſto kleiner wird, je kleiner man die Erdkugel in Vergleichung

mit der Himmelskugel annimmt. Da ſich nun in Abſicht auf die Fixſterne nicht die mindeſte Spur einer Horizontalparallaxe, ſelbſt durch die genaueſten Beobachtungen, entdecken läßt, ſo muß in Vergleichung mit der Kugel der Fixſterne die ganze Erde für unendlich klein angenommen werden, daß alſo o und C in einen Punkt zuſammenfallen, und zwiſchen wahrem und ſcheinbarem Horizont kein Unterſchied mehr zu machen iſt, ſ. **Erdkugel**, unter dem Abſchnitte: **Horizont, Aequator** ꝛc. Bey Betrachtung des Mondes, der Sonne und der Planeten aber bleibt dieſer Unterſchied, und eben durch ihn werden die Entfernungen dieſer Körper von uns gemeſſen, ſ. **Parallaxe.**

Der Horizont iſt unſtreitig der erſte Kreis, den man am Himmel kennen lernte; Aufgang, Untergang und Höhe der Geſtirne ſind Begriffe, die ſich auf ihn beziehen. Daher hat auch die Aſtrologie, deren Urſprung uralt iſt, ihre meiſten Beſtimmungen auf die Stellung der Geſtirne gegen den Horizont gegründet. Sein griechiſcher Name (von ὁρίζω, finio) heißt ſo viel als begrenzender Kreis.

Die Erfahrung lehrt, daß an allen Orten der Erdfläche die Richtung der Schwere oder des Bleywurfs mit der Ebne des Horizonts rechte Winkel macht. Die verlängerte Richtung der Schwere alſo, oder die **Scheitellinie** ZoCN iſt die Axe, und die Punkte Z und N, oder das Zenith und Nadir ſind die Pole des Horizonts, und ſtehen überall um 90° von ihm ab. Alle durch das Zenith gehende größte Kreiſe (Scheitelkreiſe oder Verticalcirkel) ſtehen auf ihm ſenkrecht; und alle größte Kreiſe der Sphäre (Aequator, Ekliptik, Mittagskreis u. ſ. w.) ſchneiden ſich mit ihm unter gleichen Helften. Er theilt die ganze Himmelskugel in zwo gleiche Helften, die **obere** oder **ſichtbare**, und die **untere** oder **unſichtbare Halbkugel.**

Seine beyden Durchſchnittspunkte mit dem Meridian H und R, heißen der **Mittags-** und **Mitternachtspunkt.** Der letztere liegt auf der Seite des bey uns ſichtbaren Nordpols P; jener dieſem gegen über. Die Durchſchnitte des Horizonts mit dem Aequator beſtimmen den **Morgen-** und **Abendpunkt,** ſo daß ein gegen Mittag

gekehrter Zuſchauer jenen zur Linken, dieſen zur Rechten hat. Dieſe vier Punkte theilen den Horizont in vier gleiche Theile oder Quadranten, ſ. **Hauptgegenden**; wird jeder Quadrant noch dreymal halbirt, ſo entſteht daraus die bey den Schiffern gewöhnliche Eintheilung des Horizonts in 32 Winde oder Weltgegenden, ſ. **Weltgegenden, Windroſe.**

Die Markſcheider theilen den Horizont, um das Streichen der Gänge zu beſtimmen, in 24 Stunden, ſ. **Gänge.**

In der Sternkunde wird der Horizont, wie jeder Kreis, in 360 Grade getheilt, die man gewöhnlich vom Mittagspunkte aus auf beyden Seiten fortzählt, ſo daß man im Mitternachtspunkte mit 180° von beyden Seiten her zuſammentrift. Nach ſolchen Graden und ihren Theilen werden die Azimuthe der Geſtirne angegeben, ſ. **Azimuth.** Bisweilen aber, vorzüglich für Sterne, die eben auf= oder untergehen, fängt man auch vom Morgen= oder Abendpunkte zu zählen an, und beſtimmt in ſolchen Graden die Morgen- und Abendweiten, ſ. **Morgenweite, Abendweite.**

Horizontal, Wagrecht, Waſſergleich, Horizontale, ad libellam compoſitum, *Horizontal.* Eine Ebne oder Linie heißt horizontal, wenn ſie mit dem ſcheinbaren und wahren Horizonte des Orts parallel läuft. Die Richtung der Schwere oder des Bleyloths macht alsdann rechte Winkel mit ihr. Man nennt die Werkzeuge, wodurch ſich horizontale Linien angeben laſſen, **Wagen**, z. B. Bleywagen, Schrotwagen, Waſſerwagen ꝛc. vermuthlich, weil der Balken einer gewöhnlichen Wage im Gleichgewichte einen horizontalen Stand hat. Daher kömmt der Name **wagrecht**, ſo wie die Benennung **waſſergleich** davon hergenommen iſt, daß die Oberfläche des ſtillſtehenden Waſſers und aller flüßigen Körper von ſelbſt eine horizontale Ebne bildet, ſ. **Flüßig.**

Eigentlich iſt die Fläche, die wir auf der Erde überſehen, ein Stück der kugelförmigen Erdfläche, und weicht vom ſcheinbaren Horizonte, der als eine Ebne betrachtet wird, in größern Diſtanzen ſo ab, wie ein Kreisbogen von

ſeiner Tangente. Man iſt daher genöthigt, bey weiten Verlängerungen horizontaler Ebnen und Linien auf die Krümmung der Erdfläche Rückſicht zu nehmen, ſ. **Waſſerwägen**; bey geringern Diſtanzen iſt dies nicht nöthig.

Horizontalebne, ſ. **Horizontal**.

Horizontallinie, ſ. **Horizontal**.

Horizontalparallaxe, ſ. **Parallaxe**.

Horizontalwage, ſ. **Waſſerwägen**.

Horopter, Horopter, *Horopter*, *Lieu du concours des deux axes optiques*. Wenn wir einen Punkt C Taf. XI. Fig. 80. deutlich ſehen wollen, ſo richten wir beyde Augenaxen AC und BC darauf, die alſo im Punkte C zuſammenſtoßen. Eine Ebne durch C, lothrecht auf das Dreyeck ABC, geführt, heißt alsdann der **Horopter**.

Es iſt leicht zu überſehen, daß die beyden Bilder von C und überhaupt die Bilder eines jeden im Horopter liegenden Punktes, auf **übereinſtimmende Punkte** der Netzhaut in beyden Augen fallen. Man ſtelle ſich z. B. dieſe Netzhäute unter den Linien de, dc vor, ſo fällt das Bild von C in beyden Augen auf die Mitte der Netzhaut in c. Liegen aber zugleich andere Gegenſtände, wie D und E außer dem Horopter, ſo fallen ihre Bilder d und e in beyden Augen auf verſchiedene Seiten von c, alſo auf nicht übereinſtimmende Punkte der Netzhäute, wie die Figur ſehr deutlich zeigt, indem z. B. d im rechten Auge rechts, im linken links, von der Mitte c abliegt.

Nun lehrt die allgemeine Erfahrung, daß wir eine Sache nur einmal ſehen, wenn ihr Bild in beyden Augen auf übereinſtimmende oder zuſammengehörige Punkte fällt, ſ. **Sehen**. Die Urſache mag wohl darinn liegen, daß wir auf dieſe Art über das Geſehene zu urtheilen gewöhnt worden ſind, weil uns das Gefühl belehrt hat, daß bey dem ordentlichen Gebrauche unſerer Augen die ſo geſehene Sache nur einzeln vorhanden ſey. Das Auge ſtellt uns alſo ein **einfaches** Gemälde aller im Horopter liegenden Gegenſtände dar, welches auf beyden Netzhäuten gleichförmig abgebildet iſt. Da nun die Bilder der in D und E liegenden

Dinge auf nicht zuſammengehörige Punkte der Netzhäute, alſo auf zwo verſchiedene Stellen des Gemäldes fallen, ſo iſt es eine nothwendige Folge, daß wir alles, was außer dem Horopter liegt, doppelt ſehen.

Die Gewohnheit, die Geſichtsaxen zu richten, iſt ſo ſtark, daß es uns ſehr ſchwer fällt, dieſes nicht zu thun, und wenn ein Auge geſchloſſen iſt, ſo kan man mit dem aufs Augenlied gelegten Finger fühlen, daß es allemal den Bewegungen des ofnen folgt. Werden aber durch vorſätzliches Schielen, oder durch Verdrückung des einen Auges mit dem Finger, die Geſichtsaxen nach verſchiedenen Punkten gerichtet, ſo iſt gar kein Horopter vorhanden und es erſcheinen alle Sachen doppelt.

Sind die Geſichtsaxen natürlich nach einem Punkte C gerichtet, ſo erſcheinen Gegenſtände wie D und E mit doppelten, und zugleich undeutlichen Bildern. Eben dieſer Undeutlichkeit wegen, und weil wir immer nur auf das, was eigentlich betrachtet wird, Achtung geben, bemerken wir dieſe doppelte Erſcheinung nur, wenn der Eindruck der Gegenſtände D, E lebhaft iſt, oder ſonſt durch irgend einen Umſtand die Aufmerkſamkeit erregt. Betrachten wir des Abends etwas nahe vor dem Auge, ſo erſcheinen die Lichtflammen doppelt; ſehen wir in die Ferne, ſo ſtellt ſich von dem jähling gegen das Auge geführten Finger ein doppeltes Bild dar. Hält man ein langes Lineal gerade vor ſich zwiſchen die Augenbraunen, ſo daß ſeine beyden Flächen nach beyden Augen zugekehrt ſind, und richtet alsdann die Augen auf eine entlegne Sache, ſo erſcheint die rechte Seite des Lineals dem rechten Auge zur linken, und die linke Seite dem linken Auge zur rechten.

Smith Vollſt. Lehrbegrif der Optik, durch Käſtner. I. Buch, 5 Cap. §. 137. S. 43. u. f.

Hundstage, Dies caniculares, *Jours caniculaires*, Dieſen Namen führen die Tage vom 24. Julii bis zum 24. Auguſt. Es iſt dies ohngefähr die Zeit, während der die Sonne in der Nähe des Hundsſterns oder Sirius ſteht, und dieſen glänzenden Stern durch ihre Stralen unſern Au-

gen entzieht. Man ſ. die Worte: **Aufgang, Untergang.** Die Alten glaubten, die große Hitze in den Hundstagen komme von der Vereinigung der Stralen der Sonne und des Sirius her.

Hydraulik, Hydraulica, *Hydraulique.* Die Lehre von der Bewegung flüßiger Materien, und insbeſondere des Waſſers. Die Geſetze der Bewegung ſind bey den flüßigen Körpern weit ſchwerer, als bey den feſten, zu entdecken, weil die Theile flüßiger Körper ſich bey der Bewegung trennen, und verſchiedene Geſchwindigkeiten erlangen, daher die Bewegung an jeder Stelle beſonders betrachtet werden muß. Hiezu ſind Anwendungen der höhern Mathematik nothwendig, deren Kenntniß nicht bey Jedem vorausgeſetzt werden kan. Man hat alſo um derer willen, die dieſe Kenntniſſe entbehren, und doch etwas von den praktiſchen Mitteln, Waſſer in Bewegung zu ſetzen, wiſſen wollen, die **gemeine Hydraulik** von der **höhern** oder der **Hydrodynamik** unterſchieden. In der gemeinen Hydraulik begnügt man ſich, Werkzeuge zu beſchreiben, womit das Waſſer theils zum wirklichen Nutzen in der Oekonomie, dem Bergbaue, verſchiedenen Künſten u. ſ. w., theils auch zum Vergnügen, gehoben und bewegt werden kan. Man iſt aber ohne Beyhülfe der höhern Mathematik nicht einmal im Stande, die Wirkungen dieſer Werkzeuge gehörig zu berechnen; ein gründliches Studium der Hydraulik muß daher ſtets mit Anwendungen der höhern Mathematik oder mit Hydrodynamik begleitet werden.

Die Hydraulik iſt ferner von der **Hydrotechnik** oder **Waſſerbaukunſt** unterſchieden, welche letztere eigentlich einen Theil der Baukunſt ausmacht, und von der Lenkung und Schiffbarmachung der Ströme, Anlegung der Häfen, den Waſſerleitungen, Deich- und Schleuſſenbau, Brückenbau u. ſ. w. handelt.

Bey den Alten waren ſchon verſchiedene noch jetzt gebräuchliche Maſchinen zu Erhebung des Waſſers bekannt. **Vitruv** (De architectura L. X. c. 12.) eignet die Erfindung der Waſſerſchraube dem **Archimedes,** und die des Druck-

werks mit doppeltem Stiefel, ſ. Druckwerk, dem Cteſibius von Alexandrien zu. Heron zu Alexandrien, des Cteſibius Schüler, hat in einem beſondern Buche (πνευματικων ſ. Spiritalium liber ed. a Commandino, Pariſ. 1575. 4.) eine Menge hydrauliſcher Maſchinen und beſonders artiger Springbrunnen geſammelt, und aus der Vermeidung des leeren Raumes erklärt. Sie beruhen meiſtens auf dem Drucke und den übrigen Eigenſchaften der Luft, ſ. Heber, Springbrunnen.

Der P. Schott (Mechanica hydraulico-pnevmatica, Herbip. 1657. 4.) und Böckler (Architectura curioſa, oder Bau- und Waſſerkunſt, Nürnberg, 1704. fol.) beſchreiben eine große Anzahl Erfindungen von Springbrunnen und andern Waſſermaſchinen, jedoch ohne davon eine gründliche Theorie zu liefern. Die beſte praktiſche Sammlung der meiſten Waſſermaſchinen iſt die von Leupold (Theatrum machinarum hydraulicarum, Tomi II. Leipzig, 1724 und 1725. fol.), deren Verfaſſer ſich zwar, ſoviel bey ihm ſtand, guter Gründe befliſſen, dennoch aber ſeine Theorie viel zu mangelhaft gelaſſen hat, ſo ſchäzbar übrigens ſein Unterricht in Abſicht des Praktiſchen iſt.

Die Theorie der hydrauliſchen Maſchinen hat zuerſt Mariotte (Traité du mouvement des eaux. Paris, 1686. 8. Mariotte's Grundlehren der Hydroſtatik und Hydraulik, a. d. Frz. von D. Meinig, Leipzig, 1723. 8.) zu verbeſſern angefangen. Nachdem ſie ſchon durch mehrere hydrodynamiſche Unterſuchungen und Erfindungen bereichert war, erſchien das ſchäzbare Werk des Belidor (Architecture hydraulique, Paris, 1737. IV. Vol. gr. 4. Architectura hydraulica, von Belidor, mit Wolfs Vorrede, Augsburg, 1740—1769. 4 Bände. kl. Fol.), wo man Theorie und Praxis ſehr glücklich vereiniget findet. Dieſes Buch begreift außer der eigentlichen Hydraulik auch die Mühlen und andere Maſchinen, welche durch Waſſer bewegt werden und die Waſſerbaukunſt. Die neuſten Erweiterungen der Hydrodynamik haben noch einzelne Anwendungen auf beſondere Gattungen hydrauliſcher Maſchinen veranlaſſet, welche an den gehörigen Orten ange-

führt werden, ſ. **Druckwerk**, **Pumpen**, **Waſſerſchraube**, **Springbrunnen**. Eine kurze Ueberſicht deſſen, was zur Hydraulik gehört, mit einem Verzeichniſſe der vornehmſten Schriften findet man beym **Eberhard** (Neue Beyträge zur Matheſi applicata, Halle, 1773. 8.).

Hydrodynamik, Hydrodynamica, *Hydrodynamique.* Die Lehre von den Kräften und Bewegungen flüſſiger Körper im Allgemeinen betrachtet. Es läßt ſich hiebey, ohne Algebra, höhere Geometrie und Analyſis des Unendlichen, nichts Gründliches und Vollkommnes finden; dennoch wünſcht man die Lehren von den Maſchinen zur Bewegung des Waſſers ihrer Wichtigkeit wegen auch denen vorzutragen, die ihre Erfindung oder genauere Berechnung zu verſtehen nicht im Stande ſind. Dies hat die Abſonderung der Hydrodynamik von der gemeinen Hydraulik (ſ. den vorhergehenden Artikel) veranlaſſet, wobey alles, was Lehren der höhern Mathematik vorausſetzt, zur **Hydrodynamik** gerechnet wird, eben ſo, wie man bey der Betrachtung der Bewegungen feſter Körper die gemeine Mechanik von der höhern oder der **Dynamik** unterſcheidet.

Die erſten Gründe zur Hydrodynamik ſind in Italien von den Schülern des **Galilei** um die Mitte des vorigen Jahrhunderts gelegt worden. **Caſtelli**, ein Benedictiner vom Monte Caſino, (Della miſura dell' acque correnti, Rom. 1640. und in der Nuova raccolta d' autori che trattano del moto dell' acque. Parma 1766. VI. To. 4.) unterſuchte zuerſt das Geſetz der Geſchwindigkeit, mit welcher das Waſſer aus engen Oefnungen der Gefäße läuft, und glaubte durch Erfahrungen zu finden, die Geſchwindigkeit verhalte ſich, wie die Waſſerhöhe. **Torricelli** aber (Del moto dei gravi, Firenz. 1644. 4.) und **Baliani** (De motu naturali gravium, Genuae, 1646. 4.) behaupteten dagegen mit mehrerem Rechte, daß ſich die Geſchwindigkeiten, wie die Quadratwurzeln der Waſſerhöhen, verhielten. **Mariotte** (Du mouvement des eaux. Paris, 1686. 8.) beſtätigte nachher Torricellis Lehre durch Erfahrungen. Hieher gehören auch die Schriften des **Johann Ceva**

(Geometria motus, Bonon. 1692. 4.). **Domenico Guilielmini** (Menſura aquarum fluentium, Bonon. 1690. 4. ingl. De natura fluminum in *Guilielmini* Opp. Genev. 1719. 4.) und **Poleni** (De caſtellis, Flor. 1718. und italiäniſch unter dem Titel: Delle Peſcaje, in der Nuova raccolta Vol. III.). **Newton** (Princip. L. II. Prop. 36. ſq.), **Hermann** (Phoronomia, ſ. de viribus et motibus corporum ſolidorum et fluidorum libri II. Amſtel. 1716. 4.) und **Varignon** (Mém. de l'acad. des ſc. de Paris. 1699. et 1703.) trieben dieſe theoretiſchen Unterſuchungen noch weiter, ſchränkten ſich aber doch größtentheils auf die Lehre vom Auslauf des Waſſers aus Gefäßen, ingleichen von der Bewegung der Wellen und der Waſſerwirbel ein.

Die erſten, welche die Geſetze der Bewegung des Waſſers, und beſonders der Beſchleunigung deſſelben mit Hülfe der Integralrechnung vollſtändiger entwickelten, waren die beyden Bernoulli. **Johann Bernoulli**, der Vater (Hydraulica nunc primum detecta ac demonſtrata directe ex fundamentis pure mechanicis, anno 1732. in Opp. To. IV.) gründete ſich auf die überzeugenden Sätze der allgemeinen Mechanik; **Daniel Bernoulli**, der Sohn (Hydrodynamica ſ. de viribus et motibus fluidorum commentarii, Argentor. 1738. 4.) gieng von dem Grundſatze der Erhaltung lebendiger Kräfte aus, ſ. **Kraft, lebendige.** Des letztern Arbeit iſt wegen der mannigfaltigen Unterſuchungen und Anwendungen ungemein lehrreich.

Nächſtdem hat **Euler** in verſchiedenen akademiſchen Abhandlungen (Mém. de Berlin, 1750, 1751, 1752, 1754. Nov. Comment. Petropol. To. VI., und vorzüglich Principes generaux du mouvement des Fluides, Mém. de Berlin, 1755. p. 274. ſq.) der Methode des ältern **Bernoulli** mehr Allgemeinheit zu geben geſucht, auch von derſelben einige praktiſche Anwendungen gemacht. Herr **von Segner**, (Exercitationum hydraulicarum faſciculus, Gotting. 1747. 4.) fieng an, was die beyden Bernoullis analytiſch entdeckt hatten, in einem kurzen ſynthetiſchen Vortrage zu lehren. **D'Alembert** (Traité de l'équilibre et du mouvement des fluides pour ſervir de ſuite au traité

de dynamique. à Paris, 1744. 4.) hat Johann Bernoullis Gründe ſtreng getadelt, und dagegen ſeine Fundamentalgleichungen aus einer leichten ihm eignen analytiſchen Formel hergeleitet, auf die er auch ſchon die Dynamik der feſten Körper gebaut hatte, ohne jedoch dieſe Formel umſtändlich zu erläutern und überzeugend zu rechtfertigen. Auch bleibt er blos bey allgemeinen theoretiſchen Unterſuchungen ſtehen.

Herr **Käſtner** (Anfangsgründe der Hydrodynamik, der mathematiſchen Anfangsgr. IV. Theil, 2te Abth. Göttingen, 1769. 8.) giebt von den ältern Schriftſtellern ſehr vollſtändige Nachrichten, und trägt die Theorie nach Johann Bernoulli mit Vergleichung der euleriſchen Methoden vor. **Karſten** (Lehrbegriff der geſammten Mathem. 5ter Theil, Greifsw. 1770. 8. 6ter Th. 1771. 8.) hat die Hydraulik ſehr ausführlich und mit häufigen praktiſchen Anwendungen, vorzüglich nach Euler erklärt, zugleich aber auch auf die Methoden der beyden Bernoulli Rückſicht genommen.

Hydrographie, Hydrographia, *Hydrographie.* Derjenige Theil der mathematiſchen Geographie, welcher von der Kenntniß, und Beſchiffung des Meeres handelt. Man rechnet dahin die Lehren vom Compaß, Beſtimmung der Länge und Breite zur See, den Seekarten, der Loxodromie und Erfindung des Weges zur See, welches letztere auch beſonders mit dem Namen der **Schiffahrt** (*Navigation*) belegt wird.

Im vorigen Jahrhunderte trug der Jeſuit **Fournier**, (Hydrographie, Paris, 1653. fol.) alles, was hievon zu ſeiner Zeit bekannt war, zuſammen, und eine ähnliche Sammlung verband **Riccioli** mit ſeinem geographiſchen Werke (Geographia et Hydrographia reformata. Venet. 1662. fol.). Die Theorie der Seekarten mit wachſenden Breiten, dergleichen ſchon vorher **Gerhard Mercator** verfertigt hatte, zeigte **Eduard Wright** (Certain errors in Navigation detected and corrected, the 2d edit. Lond. 1657.). Alle dieſe Lehren aber ſind

ſeitdem durch mehrere Unterſuchungen und Beobachtungen, Anwendung der höhern Mathematik, Erfindung bequemer Werkzeuge u. dgl. zu einer weit größern Vollkommenheit gebracht worden. Man ſ. die Worte: **Compaß, Abweichung der Magnetnadel, Neigung der Magnetnadel, Länge, geographiſche, Loxodromie.** Die vorzüglichſten neuern Schriften über die Schiffahrt in dieſem verbeſſerten Zuſtande ſind von **Bouguer**, (Nouveau Traité de Navigation, Paris, 1755, 1760, 1769. 4.) **Leveque** (Guide du Navigateur ou Traité de la prâtique des obſervations et des calculs neceſſaires au Navigateur. Paris, 1778. 4.) und **Röhl** (Anleitung zur Steuermannskunſt, Greifsw. 1778. 8.); auch hat Herr **Bode** (Kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde, und der damit verwandten Wiſſenſchaften, Berlin, 1778. 2. Theil) etwas davon in einer lehrreichen Kürze mitgetheilet.

Hydrologie, Hydrologia, *Hydrologie.* Unter dieſem Namen haben **Wallerius** (Hydrologie, eller Watturiket, Stockholm, 1748. 8. Hydrologie oder Waſſerreich, überſ. von Denſo. Berlin, 1751. 8.), **Cartheuſer** (Rudimenta hydrologiae ſyſtematicae, Frf. ad Viadr. 1758. 8.) u. **Monnet** (Nouvelle hydrologie, à Londres, 1772. 8.) ſyſtematiſche Verzeichniſſe der verſchiedenen auf der Erdfläche anzutreffenden Wäſſer, welche mehr oder weniger mit allerhand fremden Stoffen imprägnirt ſind, herausgegeben. Die Beſchreibung und Claſſifikation derſelben macht einen eignen Theil der Naturgeſchichte aus.

Hydroſtatik, Hydroſtatica, *Hydroſtatique.* Die Lehre vom Gleichgewichte flüßiger Materien unter einander ſelbſt und mit feſten Körpern. Obgleich der Name eigentlich nur Statik des Waſſers bedeutet, ſo werden doch hier unter Waſſer alle flüßige Materien verſtanden. Man theilt die Hydroſtatik gewöhnlich in zween Hauptabſchnitte, deren erſter von dem Drucke der flüßigen Materien überhaupt und ihrem Gleichgewichte unter ſich (ſ. die Artikel: **Druck, Röhren, communicirende**), der zweyte von ihrem Gleichgewichte mit eingeſenkten feſten Körpern, (ſ. **Gleich-**

gewicht, Schwimmen,) handelt. Auch werden die Anwendungen, die man hievon zu Entdeckung der eigenthümlichen Schweren der Körper macht (ſ. Schwere, ſpecifiſche) mit zur Hydroſtatik gerechnet.

Der erſte Erfinder hydroſtatiſcher Sätze, welche das Gleichgewicht flüßiger Körper mit feſten betreffen, war **Archimed**, von dem uns noch zwey Bücher von ſchwimmenden Körpern (Πεϱὶ τῶν ὀχουμένων βιβλ. β. De inſidentibus humido Libri II. in Opp. Archimedis per *David. Rivaltum.* Paris, 1615. Fol.) übrig ſind. **Vitruv**, (De architectura L. XI. c. 3.) ſchreibt ihm auch die Erfindung der Methode zu, den Gehalt eines aus Gold und Silber gemiſchten Körpers durch Einſenkung in Waſſer zu erfahren, welches wohl richtig ſeyn kan, wenn auch die dabey befindliche Erzählung von der goldnen Krone des Königs Hiero, und von Archimeds Freude über die im Bade gemachte Entdeckung, nicht in allen Umſtänden glaubwürdig ſeyn ſollte. Mit den Sätzen des **Archimedes** hat man ſich bis zum vorigen Jahrhunderte befriediget, in welchem **Marino Ghetaldi** (Archimedes promotus, Romae 1603.) und **Galilei** (Diſcorſo intorno alle coſe, che ſtanno ſu l'acqua o che in quella ſi muovono, Opere di *Galileo Galilei*, Firenze, 1718. 4. maj. To. I. p. 221.) noch einiges hinzuſetzten.

Der erſte Abſchnitt dieſer Wiſſenſchaft aber, oder die Lehre vom Druck und Gleichgewicht der flüßigen Materie unter ſich, iſt erſt in der letztern Helfte des vorigen Jahrhunderts von **Boyle** (Paradoxa hydroſtatica, in deſſen Opp. var. Genev. 1680. 4. ingl. Medicina hydroſtatica. Genev. 1698. 4.) und **Mariotte** (Traité du mouvement des eaux et des autres corps fluides, à Paris, 1668. 8.) bearbeitet worden. Das Auffallende in dem Satze, daß flüßige Körper nicht im Verhältniſſe ihrer Maſſe, ſondern ihrer Höhe und Grundfläche drücken, daher ein Pfund Waſſer mehreren Centnern das Gleichgewicht halten kan, (ſ. **Druck, Heber, anatomiſcher**) veranlaſſete **Boyle**'n ſeiner Schrift den Titel hydroſtatiſcher Paradoxen zu geben; und in der Medicina hydroſtatica hat er den Umlauf des Geblüts

und der Säfte im menſchlichen Körper nach hydroſtatiſchen und hydrauliſchen Grundſätzen behandelt, und dadurch die Aerzte zu vielen blos mechaniſchen Erklärungen der phyſiologiſchen Phänomene veranlaſſet.

Den Lehrſatz vom Gleichgewichte flüßiger Materien in communicirenden Röhren, hat **Daniel Bernoulli** (Hydrodynam. Sect. II. § 1. ſqq.) ſchärfer, als vor ihm geſchehen war, erwieſen. Er ſucht dabey auch den Grundſatz, daß die Oberfläche jedes ſtillſtehenden Waſſers wagrecht ſeyn müſſe, zu beweiſen, wogegen aber **d'Alembert** (Traité des fluides, art. 13.) ſehr gegründete Erinnerungen gemacht, und dadurch die neuern Lehrer der Hydroſtatik bewogen hat, dieſen Satz lieber als eine Erfahrung anzunehmen.

Uebrigens findet man Einleitungen in die Hydroſtatik in allen Lehrbüchern der angewandten Mathematik, vorzüglich beym **Käſtner** (Anfangsgr. der angew. Math., der mathemat. Anfangsgr. II. Th. 1. Abtheil. dritte Aufl. Göttingen, 1780 8. S. 111. u. f.) und **Karſten** (Lehrbegriff der geſammten Mathematik, dritter Theil, Greifsw. 1769. 8.).

Hydroſkop, ſ. Aräometer.

Hyetometer, ſ. Regenmaaß.

Hygrometer, Notiometer, Hygroſkop, Feuchtigkeitsmaaß, Hygrometrum, Notiometrum, Hygroſcopium, *Hygromètre*, *Notiomètre*, *Hygroſcope*. Ein Werkzeug, aus deſſen Zuſtande man beurtheilen kan, ob mehr oder weniger Feuchtigkeit in der Luft gegenwärtig iſt, oder eigentlich, in welchem Grade die Luft geneigt iſt, den Körpern Feuchtigkeit mitzutheilen. Dieſes Werkzeug iſt ſehr lange Zeit höchſt unvollkommen geblieben; erſt ſeit wenig Jahren haben es die Naturforſcher zwar anſehnlich verbeſſert, aber bey weitem noch nicht zur Vollkommenheit gebracht. Der griechiſche Name bedeutet ein Maaß der Feuchtigkeit: wer genau unterſcheidet, nennt diejenigen, die nur ohngefähr anzeigen, ob die Luft feuchter oder trockner ſey, **Hygroſkope**.

Die in der Luft befindliche Feuchtigkeit zieht ſich in

gewicht, Schwimmen,) handelt. Auch werden die Anwendungen, die man hievon zu Entdeckung der eigenthümlichen Schweren der Körper macht (ſ. Schwere, ſpecifiſche) mit zur Hydroſtatik gerechnet.

Der erſte Erfinder hydroſtatiſcher Sätze, welche das Gleichgewicht flüßiger Körper mit feſten betreffen, war **Archimed**, von dem uns noch zwey Bücher von ſchwimmenden Körpern (Περὶ τῶν ὀχυμένων βιβλ. β. De inſidentibus humido Libri II. in Opp. Archimedis per *David. Rivaltum.* Paris, 1615. Fol.) übrig ſind. **Vitruv,** (De architectura L. XI. c. 3.) ſchreibt ihm auch die Erfindung der Methode zu, den Gehalt eines aus Gold und Silber gemiſchten Körpers durch Einſenkung in Waſſer zu erfahren, welches wohl richtig ſeyn kan, wenn auch die dabey befindliche Erzählung von der goldnen Krone des Königs Hiero, und von Archimeds Freude über die im Bade gemachte Entdeckung, nicht in allen Umſtänden glaubwürdig ſeyn ſollte. Mit den Sätzen des **Archimedes** hat man ſich bis zum vorigen Jahrhunderte befriediget, in welchem **Marino Gheraldi** (Archimedes promotus, Romae 1603.) und **Galilei** (Diſcorſo intorno alle coſe, che ſtanno ſu l'acqua o che in quella ſi muovono, Opere di *Galileo Galilei*, Firenze, 1718. 4. maj. To. I. p. 221.) noch einiges hinzuſetzten.

Der erſte Abſchnitt dieſer Wiſſenſchaft aber, oder die Lehre vom Druck und Gleichgewicht der flüßigen Materie unter ſich, iſt erſt in der letztern Helfte des vorigen Jahrhunderts von **Boyle** (Paradoxa hydroſtatica, in deſſen Opp. var. Genev. 1680. 4. ingl. Medicina hydroſtatica. Genev. 1698. 4.) und **Mariotte** (Traité du mouvement des eaux et des autres corps fluides, à Paris, 1668. 8.) bearbeitet worden. Das Auffallende in dem Satze, daß flüßige Körper nicht im Verhältniſſe ihrer Maſſe, ſondern ihrer Höhe und Grundfläche drücken, daher ein Pfund Waſſer mehreren Centnern das Gleichgewicht halten kan, (ſ. **Druck, Heber, anatomiſcher**) veranlaſſete **Boyle**'n ſeiner Schrift den Titel hydroſtatiſcher Paradoxen zu geben; und in der Medicina hydroſtatica hat er den Umlauf des Geblüts

und der Säfte im menſchlichen Körper nach hydroſtatiſchen und hydrauliſchen Grundſätzen behandelt, und dadurch die Aerzte zu vielen blos mechaniſchen Erklärungen der phyſiologiſchen Phänomene veranlaſſet.

Den Lehrſatz vom Gleichgewichte flüßiger Materien in communicirenden Röhren, hat **Daniel Bernoulli** (Hydrodynam. Sect. II. § 1. ſqq.) ſchärfer, als vor ihm geſchehen war, erwieſen. Er ſucht dabey auch den Grundſatz, daß die Oberfläche jedes ſtillſtehenden Waſſers wagrecht ſeyn müſſe, zu beweiſen, wogegen aber **d'Alembert** (Traité des fluides, art. 13.) ſehr gegründete Erinnerungen gemacht, und dadurch die neuern Lehrer der Hydroſtatik bewogen hat, dieſen Satz lieber als eine Erfahrung anzunehmen.

Uebrigens findet man Einleitungen in die Hydroſtatik in allen Lehrbüchern der angewandten Mathematik, vorzüglich beym **Käſtner** (Anfangsgr. der angew. Math., der mathemat. Anfangsgr. II. Th. 1. Abtheil. dritte Aufl. Göttingen, 1780 8. S. 111. u. f.) und **Karſten** (Lehrbegriff der geſammten Mathematik, dritter Theil, Greifsw. 1769. 8.).

Hydroſkop, ſ. Aräometer.

Hyetometer, ſ. Regenmaaß.

Hygrometer, Notiometer, Hygroſkop, Feuchtigkeitsmaaß, Hygrometrum, Notiometrum, Hygroſcopium, *Hygromètre*, *Notiomètre*, *Hygroſcope*. Ein Werkzeug, aus deſſen Zuſtande man beurtheilen kan, ob mehr oder weniger Feuchtigkeit in der Luft gegenwärtig iſt, oder eigentlich, in welchem Grade die Luft geneigt iſt, den Körpern Feuchtigkeit mitzutheilen. Dieſes Werkzeug iſt ſehr lange Zeit höchſt unvollkommen geblieben; erſt ſeit wenig Jahren haben es die Naturforſcher zwar anſehnlich verbeſſert, aber bey weitem noch nicht zur Vollkommenheit gebracht. Der griechiſche Name bedeutet ein Maaß der Feuchtigkeit: wer genau unterſcheidet, nennt diejenigen, die nur ohngefähr anzeigen, ob die Luft feuchter oder trockner ſey, **Hygroſkope**.

Die in der Luft befindliche Feuchtigkeit zieht ſich in

mancherley Körper, z. B. Stricke, Saiten, Papier, Pergamen, Holz, Elfenbein, Haar, Fiſchbein u. ſ. w. und bewirkt in denſelben entweder eine Ausdehnung, oder ein Aufquellen in der Breite, wodurch ſich der Körper nach der Richtung der Länge ſeiner Fibern verkürzt. Hanfene Stricke und Darmſaiten winden ſich im Feuchten mehr auf, ſchwellen nach der Dicke, und werden dadurch kürzer; Tannenholz quellet nach der Richtung, die ſeine Fibern rechtwinklicht durchſchneidet, daher bey feuchtem Wetter die Thüren und Fenſter verquellen; Papier und Pergamen dehnen ſich nach allen Richtungen aus u. ſ. f. Dieſe Wirkungen ſahe man als Mittel an, die Größe der Feuchtigkeit zu erkennen, und nach einigen ſoll der berühmte italiäniſche Arzt **Morgagni** dieſen Gedanken zuerſt gehabt haben.

Die älteſten Einrichtungen der Werkzeuge dieſer Art werden von **Leupold** (Theatr. Aeroſtat. Cap. VII. S. 288 u. f.) und **Wolf** (Nützliche Verſuche, Th. II. Cap. 7.) beſchrieben. Ich will nur wenige davon erwähnen. Man zieht eine lange hänfene Schnur oder einen Bindfaden, wie Taf. XII. Fig. 81. vorſtellt, über eine oder etliche Rollen, befeſtigt ſie bey A, und beſchweret ſie bey B mit einem Gewichte, welches durch die Verkürzung der Schnur bey der Feuchtigkeit aufſteigt, bey trockner Witterung aber ſich wieder herabläßt. An dem Gewichte B iſt ein Zeiger angebracht, der an der Scale C D das Steigen und Sinken deſſelben angiebt, welches man mit der bekannten Länge der Schnur vergleichen kan. Oder man hängt, Taf. XII. Fig. 82. an die Saite A B, eine Kugel B, welche dieſelbe ausdehnet. Sobald die Saite feucht wird, dreht ſie ſich auf, und wendet die Kugel mit ſich herum, geht aber im Trocknen wieder zurück. Ueber dieſes Aufdrehen der Saiten hat **Molyneux** zu Dublin, (Philoſ. Transact. no. 162. Acta Erud. ann. 1686. p. 389.) Verſuche angeſtellt. Um zu ſehen, wie viel ſich die Kugel wendet, beſchreibt man darauf zween Parallelkreiſe D E, theilt die Zone dazwiſchen in Grade, und befeſtigt am Geſtelle bey F den Zeiger FD. Man kan dabey allerley Veränderungen anbringen, z. B. dem Geſtelle die Form eines Hauſes mit zwo Thüren ge-

ben, wo aus der einen bey feuchtem Wetter eine Puppe mit einem Regenſchirme heraustritt u. dgl. Solche Hygroſkopien werden noch jetzt zum Verkauf herum getragen. Ein Papierſtreif zwiſchen zween feſtſtehenden Säulen ausgeſpannt, und in der Mitte mit einem kleinen Gewichte beſchwert, kan nach **Dalence** (Traité des baromètres, thermom. et hygromètres, Amſt. 1688.) ebenfalls zum Hygroſkop dienen. Der Streif dehnt ſich im Feuchten aus, die Spannung wird ſchwächer, das Gewicht ſinkt ein wenig, und giebt durch ſeinen Zeiger an einer Scale die Größe des Sinkens an. Das Hygrometer des **Hautefeuille** (Pendule perpetuelle, Paris, 1678. 4.) beſteht aus zwo tannenen Bretern AEFC und BHGD Taf. XII. Fig. 83. die in zwo eichenen Leiſten CD und AB in Falzen liegen, bey A, C, B, D aber befeſtiget ſind. Wenn ſich dieſe von der Feuchtigkeit ausdehnen, ſo kommen die Seiten EF und HG näher zuſammen; das bey I befeſtigte bezahnte Blech IK treibt alſo das kleine am andern Brete feſte Getriebe L herum, und dreht den daran ſteckenden Zeiger, der auf der andern Seite des Brets an einem getheilten Kreiſe die Grade der Drehung angiebt. **Täuber** in Zeiz (Act. Erud. Lipſ. 1687. p. 76. ſqq.) hat auf Verbeſſerung dieſes Hygroſkops eine Mühe verwendet, die es nicht verdienet; weil das Tannenholz mit der Zeit ganz austrocknet, und dann keine Feuchtigkeit mehr annimmt.

Der P. **Maignan** bediente ſich nach **Dalance**'s Nachricht zum Hygroſkop der Grannen von wilden Haferkörnern (Rauchhafer), welche ſich durch die Feuchtigkeit ſehr ſtark drehen. Eine ſolche Granne ſchloß er in ein Gehäus ein, deſſen oberer Umkreis in Grade getheilt war, und bog die Spitze der Granne, wie einen Zeiger, um. Dieſe Hafergranne iſt gegen die Feuchtigkeit ſehr empfindlich, ſo lange ſie friſch iſt, ſie verliert aber dieſe Eigenſchaft durch das Austrocknen, daher hat ſie **Sturm** (Colleg. curioſum. Norib. 1676. 4.) mit einem kurzen Stücke von einer Darmſaite vertauſcht. Um aber dieſe Saite in einer lothrechten Stellung zu erhalten, ſchließt er ſie in ein Glasröhrchen ein, ohne zu bedenken, daß er ſie dadurch der Luft entzieht,

deren Feuchtigkeit doch auf ſie wirken ſoll. Der P. Merſenne ſpannte eine Darmſaite in freyer Luft auf einen gewiſſen Ton, und ſchloß auf feuchtere Luft, wenn ſie einen höhern Ton angab, auf trocknere hingegen, wenn ſie ſich tiefer herabſtimmte.

Eine andere Art von Hygrometern mißt die Feuchtigkeit durch das veränderte Gewicht der Körper, welche ſie in ſich nehmen. So hängt man Schwämme, die vorher in einer Salmiakauflöſung geweicht, und wieder getrocknet worden ſind, in freyer Luft an eine Wage, und mißt die Veränderungen ihres Gewichts durch die Grade des Ausſchlags oder durch Gegengewichte. Man kan dazu auch Salze und Säuren, z. B. Vitriolöl in einem offnen Glaſe gebrauchen, wie **Gould** (Philoſ. Trans. no. 156. Act. Erud. Lipſ. 1685. p. 315.) zuerſt bemerkt hat. Es iſt gewiß, daß alle dieſe die Feuchtigkeit anziehende Körper eine Verwandſchaft mit dem Waſſer haben, welche mit der Verwandſchaft der Luft gegen daſſelbe in einem beſtimmten Verhältniſſe ſteht; man hatte aber in den damaligen Zeiten weder auf die Größe dieſes Verhältniſſes, noch auf die Einflüſſe der Wärme und Dichte der Luft Achtung gegeben.

Die Mitglieder der florentiner Akademie del Cimento (Tentamina experimentorum natural. captorum in acad. del Cim. edit. *Petr. v. Muſchenbroek*, Lugd. Batav. 1731. 4.) wählten einen ganz andern Weg, die Menge des in der Luft enthaltenen Waſſers zu meſſen. Sie ſetzten ein koniſches, mit Schnee oder geſchabtem Eis gefülltes, Glas mit unterwärts gekehrter Spitze der freyen Luft aus; die Feuchtigkeit in der Luft ſchlug ſich an der kalten Glasfläche nieder, und die Menge des herabtröpfelnden Waſſers zeigte den Grad derſelben an. Der Abt **Fontana** (Saggio del real gabinetto di Firenze, p. 19.) nimmt ſtatt deſſen eine polirte Glasplatte von bekanntem Gewicht, erkältet ſie auf einen beſtimmten Grad, ſetzt ſie ſo eine beſtimmte Zeit lang der Luft aus, und ſchließt alsdann aus der Vermehrung ihres Gewichts auf die Menge der in der Luft enthaltenen Feuchtigkeit. **Le Roy** (Mém. de l'acad. de Paris, 1751.) erkältet ein Glas mit Waſſer

von gleicher Temperatur mit der Luft durch nach und nach zugegoßnes eiskaltes Waſſer, bemerkt den Grad der Kälte, bey welchem das Glas an der äußern Fläche trüb zu werden oder zu ſchwitzen anfängt, und ſchließt aus der Größe dieſes Grads auf die Menge von Feuchtigkeit, welche die Luft bey ihrer eigentlichen Temperatur enthält. Alle dieſe Methoden aber ſind zu Beſtimmung der Feuchtigkeit in verſchloßnen Gefäßen unbrauchbar, finden auch nicht ſtatt, wenn die Temperatur der Luft unter dem Eispunkte iſt, und das Schwitzen des Glaſes kan durch Fettigkeit und andere zufällige Umſtände verhindert werden.

Daher ſind die neuern Phyſiker wiederum auf jenen erſten Weg zurück gegangen, wo die Feuchtigkeit durch ihre unmittelbaren Wirkungen gemeſſen wird. **Lambert** (Mém. de l'acad. des Sc. de Pruſſe, 1769 et 1772. Hygrometrie, aus dem Frz. überſ. Augsburg, 1774. 8. Fortſetzung 1775. 8.) ſuchte nach ſorgfältigen Verſuchen über die Grade der Ausdünſtung des Waſſers das oben erwähnte Sturmiſche Hygrometer mit einer kurzen lothrecht ſtehenden Darmſaite dahin zu verbeſſern, daß der Zeiger deſſelben ſogleich angeben ſollte, um wie viel ſich die in einem Cubikſchuh Luft enthaltene Menge feuchter Dünſte geändert habe.

Smeaton (Phil. Transact. 1771. Vol. LXI. P. I. n. 24.) hat ſich bemüht, das Hygrometer aus hanfenen Schnüren zu verbeſſern, und ihm **feſte Punkte** zu geben. Eine 35 Zoll lange und $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{16}$ Zoll dicke Schnur, die man vorher in Salzwaſſer geſotten, gedehnt, und eine Woche lang durch Gewichte von 1 - 2 Pfund geſpannt hat, wird oben an einem Geigenwirbel befeſtiget, und endigt ſich unten an einem meſſingenen Drathe, der das Ende eines mit $\frac{1}{2}$ Pfund Gegengewicht beſchwerten Zeigers dreht. Dieſer Zeiger iſt 12 Zoll lang, und weiſet auf einen Gradbogen, der eine Theilung von 0 bis 100 hat. An einem trocknen Tage wird die wohl ausgetrocknete Schnur an ein mäßiges Feuer geſtellt, und mit dem Wirbel ſo aufgewunden, daß der Zeiger auf 0 ſteht. Dann wird ſie mit warmem Waſſer ſo lang angefeuchtet, bis ſie weiter keine Verkürzung da-

durch erleidet; worauf man dann den Gradbogen ſo weit nä-her oder weiter abrückt, daß der Zeiger in dieſer Lage den Punkt 100 trifft. Es fällt aber in die Augen, daß in dieſer Beſtimmung der feſten Punkte keine hinreichende Gewißheit liegt.

Herr de Lüc fühlte bey ſeinen mühſamen Unterſuchungen über die Luft das Bedürfniß, beſſere Maaße der Feuchtigkeit zu haben, ſehr lebhaft. Er brachte endlich ein Hygrometer von Elfenbein zu Stande, welches ſich mit andern ähnlichen vergleichen ließ, und die vorigen, welche höchſtens nur Hygroſkope genannt werden können, weit übertraf. Dieſes Werkzeug gab er gleich nach deſſen Erfindung dem Capitain Phipps auf einer Reiſe nach dem Nordpole mit, daher ſich die erſte Nachricht davon ſchon in der Beſchreibung dieſer Reiſe (A voyage towards the north pole etc. London, 1774. gr. 4.) findet. Es iſt aber nachher von Herrn de Lüc ſelbſt (Philoſ. Trans. Vol. LXIII. no. 38. ingl. Copie d'un mémoire ſur un hygromètre comparable in Rozier Obſerv. ſur la phyſique, May 1775. p. 381., deutſch in den Leipziger Sammlungen zur Phyſik und Naturg. 1. B. 1. Stück. S. 10. u. f.) beſchrieben worden. Es beſteht aus einem hohlen elfenbeinernen Cylinder, 2″ 8‴ lang und inwendig 2½‴ weit, welcher nur an einem Ende offen und nur $\frac{1}{18}$ Lin. dick iſt. Die obern 2 Lin. der Länge ſind etwas dicker, und mit einer 13-14 Zoll langen Glasröhre verbunden. Bey feuchtem Wetter wird der Cylinder geräumiger; Queckſilber alſo, das in ihm und der Röhre enthalten iſt, zeigt durch ſein Fallen Feuchtigkeit, durch ſein Steigen Trockenheit an. Als den feſten Punkt der **vollkommenen Näſſe** ſieht Herr de Lüc den an, wo das Queckſilber ſteht, wenn man den Cylinder in ſchmelzendes Eis ſetzt. Nun mißt er an einem Queckſilberthermometer den Abſtand des Eis- und Siedpunkts, bricht die Kugel davon ab, und wiegt das in ihr befindliche Queckſilber. Die vierte Proportionalzahl zu dieſem Gewichte, dem Gewichte deſſen, das zur Füllung des Cylinders nöthig iſt, und der Größe des gemeſſenen Abſtands giebt ihm das **Fundamentalintervall** am Hygro-

meter, zu welchem eben die Glasröhre gebraucht wird. Dieſes Intervall theilt er in 40 gleiche Grade, und trägt ſolcher Grade noch mehrere aufwärts, ſo weit es der Raum verſtattet. Oben bleibt die Glasröhre offen, und wird nur durch einen elfenbeinernen Deckel gegen den Staub geſchützt. Wenn man nun dabey ein Thermometer gebraucht, bey dem der Raum zwiſchen Sied- und Eispunkt ebenfalls in 40 Grade getheilt iſt, oder wo die Zahl der reaumüriſchen Scale halbirt wird, ſo kan man ſehen, wie viel von der Aenderung im Stande des Hygrometers der Wärme und wie viel der Feuchtigkeit zuzuſchreiben iſt. Dieſes Werkzeug hat nur **einen** feſten Punkt, nemlich den der **völligen Näſſe**; den der Trockenheit glaubte Herr de L. nicht ohne Feuer beſtimmen zu können, fürchtete aber durch dieſes die Natur des Elfenbeins zu verändern. Da das Inſtrument auch unter der Glocke der Luftpumpe nicht zu gebrauchen iſt, und das Elfenbein die Luft nur an einer Seite berührt, ſo hat er es ſelbſt in der Folge wieder aufgegeben. Dennoch verdient dieſe Erfindung, als der erſte Schritt zu den neuern Verbeſſerungen der Hygrometrie, bemerkt zu werden. Herr de L. hat auch mit dieſem Hygrometer Beobachtungen gemacht, welche entſchieden, daß die Luft auf den Bergen ſtets trockner, als in der Tiefe, ſey.

Herr **Tobias Lowitz** (ſ. Göttingiſches Magazin der Wiſſ. und Litteratur, III. Jahrg. 4tes Stück, Num. 2.), der ſich im Jahre 1772. mit ſeinem Vater zu Dmitriefsk in Aſtrachan aufhielt, fand daſelbſt am Ufer der Wolga dünne blaulichte Schieferſteine, welche die Feuchtigkeit ungemein ſtark anzogen, aber eben ſo leicht auch wieder verdünſten ließen. Ein Täfelchen von ſolchem Schiefer wog glühend 175, völlig mit Waſſer geſättiget, 247 Gran, hatte alſo von der vollkommnen Trockenheit bis zum Punkte der völligen Näſſe 72 Gran Waſſer angenommen. Der ältere Lowitz brachte eine runde dünne Scheibe von dieſem Steine an den einen Arm einer empfindlichen Wage an, die an ein Bret befeſtiget war, und hieng an den andern Arm eine Kette von Silberdrath, deren Ende an einen Schieber befeſtigt war, welcher ſich in einem Falze an der

Seite des Brets höher und niedriger ſtellen ließ. Er beſtimmte durch Proben den Stand des Schiebers, wenn die Wage im Gleichgewichte war, und wenn ſie 10 Gran Uebergewicht hatte, theilte den Raum zwiſchen dieſen Standpunkten in 10 gleiche Theile, und trug ſolcher Theile mehr, ſo weit nöthig, fort. Ward nun an den einen Arm dieſer Wage der Stein, an den andern ein Gewicht gehangen, das dem Gewichte des ganz trocknen Steins (z. B. 175 Gr.) gleich war, ſo zeigte der Schieber das Uebergewicht des Steins in Granen an, wenn er mit dem Kettchen ſo geſtellt ward, daß die Wage ins Gleichgewicht kam. Ein am Schieber angebrachter Vernier zeigte noch Zehntheile eines Grans. Herr Lowitz bemerkte, daß bey einem anhaltenden naſſen Wetter dieſes Hygrometer über 55 Gran, bey einer anhaltenden Hitze von 113 Graden nach Fahrenheit nur 1½ Gran Feuchtigkeit angab. Er hat aber dieſen Thonſchiefer, wovon ein paar Stücke im göttingiſchen Naturaliencabinet ſind, nirgend anders finden können.

Herr de Sauſſüre (Eſſais ſur l'hygrometrie, à Neufchatel, 1783. 8. maj. Verſuch über die Hygrometrie durch Horaz Benedict de Sauſſüre; aus d. Frz. von J. D. T. (Titius), Leipzig, 1784. 8.) hat endlich zu einer eigentlichen Theorie der Meſſung abſoluter Quantitäten des in der Luft ſchwebenden Waſſers den Plan entworfen. Er bedient ſich zum Hygrometer eines weichen, wo möglich blonden, nicht krauſen, **Menſchenhaares**, welches aber wegen der anklebenden Fettigkeit in einer Auflöſung von 7½ Skrupel Sodaſalz in 30 Unzen Waſſer 30 Minuten lang, dann noch zweymal etliche Minuten lang in reinem Waſſer gekocht, in kaltem Waſſer abgeſpült und an der Luft getrocknet werden muß. Ein ſolches Haar, welches ſich von der größten Trockenheit bis zur größten Feuchtigkeit um 24-25 Tauſendtheile ſeiner ganzen Länge ausdehnt, hatte Hr. de S. unten an einem feſten Punkte angehängt, und ſein oberes Ende um eine dünne Welle gewunden, die einen Zeiger trug, welche ihre Drehung auf eine Zifferſcheibe anzeigte. Das Haar wird durch ein Gewicht von 3-4 Gran geſpannt, das an einem ſeidnen Faden in entgegengeſetzter Richtung

um eben dieſe Welle gewunden war. Dieſe Einrichtung (*hygromètre à arbre*) fand er aber zum Fortbringen unbequem, und erſann daher eine andere, als Reiſe-Hygrometer (*hygromètre portatif*) dienende, welche Taf. XII. Fig. 84. vorgeſtellt iſt. Der weſentliche Theil dabey iſt der Zeiger, deſſen horizontalen Durchſchnitt man bey G, B, D, E, F beſonders findet. Die Nadel BE iſt in der Mitte durchlöchert, und es geht eine Axe hindurch, die im Mittel dünner, als an den Enden, gefeilt iſt, damit ſie die Höhlung an weniger Stellen reibt. Der hintere Theil der Nadel BE hat auf dem Umkreiſe B doppelte Einſchnitte, worinn das Haar und das Gegengewicht, letzteres an einem Seidenfaden, wie über eine Rolle, herliegt. An der Nadel ſitzen ſenkrecht über und unter ihrem Mittelpunkte zwo kleine Zangen mit Schrauben, den beyden Einſchnitten der Rolle gegenüber, womit bey a der Seidenfaden des Gegengewichts, bey c das untere Ende des Haares eingeklemmt wird. Die Axe der Nadel geht durch den am Geſtell befeſtigten Arm GF, und wird darinn durch die Druckſchraube F feſtgehalten. Die Nadel muß ſo vollkommen im Gleichgewicht ſeyn, daß ſie, wenn man das Gewicht abnimmt, in jeder Stellung ſtehen bleibt. So muß jede Veränderung in der Länge des Haars den Stand des ſehr beweglichen und leichten Zeigers ändern. Das Metallſtück heh hat die Geſtalt eines um den Mittelpunkt des Zeigers beſchriebenen Kreisbogens. Die Theilung, welche vom Punkte der größten Trockenheit bis zum Punkte der größten Feuchtigkeit geht, wird entweder in Grade des Kreiſes, oder in 100 Theile des Raums gemacht. Die Zange y, die das obere Ende des Haars hält, befindet ſich an einem Arme, der ſich am Geſtell verſchieben und durch die Druckſchraube x an jeder Stelle befeſtigen läßt. Geringe Veränderungen der Stellung macht man durch Verſchiebung der Säule l, mittelſt der Stellſchraube m. Das Stück nopq, in die Lage gebracht, die mit Punkten angedeutet iſt, hält beym Forttragen des Inſtruments Gewicht und Nadel feſt. Der Hacken r dient, ein Thermometer anzuhängen.

Um nun den Punkt der **größten Feuchtigkeit** zu beſtimmen, befeuchtet Hr. de S. eine gläſerne Glocke inwendig überall mit Waſſer, hängt das Inſtrument darinn auf, und ſetzt ſie ſo über einen Teller mit Waſſer. Wenn ſich das Haar nach 5 bis 6 Stunden noch immer verlängert, ſo muß man es wegwerfen, weil es zu empfindlich iſt. Hört es aber auf, ſich zu verlängern, ſo ſteht nun der Zeiger auf dem Punkte der Sättigung mit Feuchtigkeit. Geht das Haar wieder zurück, wie manche thun, wenn ſie zu ſtark gedehnt worden ſind (*cheveux retrogrades*), ſo iſt es ebenfalls untauglich. Man muß dieſe Beſtimmung mehrere male und mit Zwiſchenzeiten von vielen Tagen wiederholen, wobey das Inſtrument genau wieder auf denſelben Punkt zurückkommen muß.

Die **größte Trockenheit** beſtimmt er nach ſeiner ſchon im Journal de phyſique (1778. To. I. p. 43.) angegebnen Methode. Er trocknet nemlich die Luft unter einer gläſernen Glocke mit einem bis zum Glühen erhitzten Bleche, auf welchem ein Pulver aus gleichen Theilen Salpeter und rohem Weinſtein verpuft hat, und das daraus entſtandene fixe Laugenſalz mit dem Bleche zugleich eine Stunde lang im Glühen erhalten worden iſt. Dieſes Blech, welches die Geſtalt eines halben Cylinders hat, wird ſo heiß, als ohne Zerſprengung der Glocke möglich iſt, unter dieſelbe gebracht, das Hygrometer hinein gehangen, und die Gemeinſchaft mit der äußern Luft am untern Rande durch Queckſilber abgeſchnitten, worauf man nun alles abkühlen läßt. Das Kennzeichen der erlangten vollkommenen Trockenheit nach vollendeter Operation iſt dieſes, daß nun die Wärme das Haar verlängern muß; denn iſt noch etwas Feuchtigkeit darinn, ſo wird bey zunehmender Wärme die Luft mehr davon auflöſen, und das Haar verkürzen. Es iſt aber dieſe Beſtimmung äußerſt mühſam. Ein völlig trocknes Haar wird, wenn ſich die Wärme um 1 Grad ändert, um 19 Milliontheilchen ſeiner Länge, und das zinnerne Geſtell des Hygrometers um 26 Milliontheilchen ausgedehnt, welches zuſammen etwa $\frac{1}{13}$ eines Hygrometergrades austrägt.

Herr de Sauſſüre fand, daß ein Cubikſchuh Luft, bis auf den 8ten Grad ſeiner Scale ausgetrocknet, bey 14 = 15 Grad Temperatur nicht mehr als 11 Gran Waſſer aufgelöſet erhalten konnte, obgleich **Lambert** 3½ Gran angiebt. Die Urſache dieſes erſtaunlichen Unterſchieds ſucht de S. darinn, daß Lambert nicht auf die Fortdauer des Ausdünſtens, wegen des Niederſchlags an den Wänden der Gefäße, ſelbſt nach erfolgter Sättigung der Luft, Achtung gegeben, und ſich allzukleiner Gefäße bedient habe. In freyer Luft, meynt er, ſey vielleicht die Menge des Waſſers noch geringer. Wenn die Luft bey 14 = 15 Grad Temperatur von der höchſten Trockenheit zur höchſten Näſſe übergieng, ſo nahm ihre Federkraft um $\frac{1}{72}$ zu, und das Manometer ſtieg darinn von 27 Zoll auf 27 Zoll 6 Lin. Er zeigt einen Weg, durch dieſe Beſtimmungen zur Kenntniß der abſoluten Quantität des in der Luft vorhandenen Waſſers zu gelangen, zieht dabey auch den Grad der Wärme in Betrachtung, weil eben dieſelbe Luft bey anderer Wärme das Hygrometer anders afficirt, geſteht aber endlich ſelbſt, daß ſeine Verſuche noch nicht vollkommen ſind, und mehr Prüfung und Berichtigung bedürfen. Dennoch bleibt ihm das unſtreitige Verdienſt, zu einer beſſern Hygrometrie die erſten richtigen Gründe gelegt zu haben.

Herr de **Lüc** (idées ſur la meteorologie, To. I. Sect. 1. ch. 3.) hat gegen die Sauſſüriſche Beſtimmung der feſten Punkte, und gegen die Brauchbarkeit des Haares zum Hygrometer überhaupt, viele Einwendungen gemacht. Die größte Feuchtigkeit, glaubt er, müſſe nothwendig durch völlige Einſenkung in Waſſer beſtimmt werden; zur Austrocknung der Luft zieht er den Gebrauch des Kalks vor, und über den Gang der Haarhygrometer bringt er Verſuche bey, nach welchen ſeine neuern Werkzeuge von Fiſchbein allerdings beträchtliche Vorzüge vor den Sauſſüriſchen zu haben ſcheinen.

Die churpfälziſche Akademie der Wiſſenſchaften zu Mannheim gab im Jahre 1783. die Verfertigung harmonirender Hygrometer als Preisfrage auf. Dieſen Preis erhielt Herr **Chiminello**, Aſtronom zu Padua, welcher einen

mit Queckſilber gefüllten Federkiel zum Hygrometer vorſchlägt, die größte Feuchtigkeit durch Einſenkung in Waſſer beſtimmt, und einen zwoten feſten Punkt durch Ausſetzung des Inſtruments an die Sonne bey einer mittlern Trockenheit der Atmoſphäre, und bey 25 Grad Temperatur nach Reaumür zu erhalten glaubt. In einem Anhange zu dieſer Preisſchrift (Opuſcoli Scelti di Milano, To. IX. p. 1.) macht er noch einige Einwürfe gegen die Einrichtung des Sauſſüriſchen Haarhygrometers, die Beſtimmung der feſten Punkte und den Gang deſſelben.

Der P. Jean Baptiſte zu Vicenza hat zum Hygrometer einen Streif von Goldſchlägerblaſe vorgeſchlagen, der faſt eben ſo, wie das Haar bey de Sauſſüre, angebracht wird. Er bedient ſich auch eben der Methode, den Punkt der Näſſe zu beſtimmen, den zweyten feſten Punkt aber ſucht er durch Ausſetzung des Inſtruments an eine bis 50 Grad nach Reaumür erhitzte Luft in einem verſchloßnen Gefäße. So glaubt er ein beſſeres und wohlfeileres Inſtrument, als de Sauſſüre, zu erhalten.

Letzterer aber hat ſich gegen die Einwürfe dieſer drey Gegner, und beſonders gegen Herrn de Lüc zwar gründlich, aber doch mit viel Empfindlichkeit, vertheidigt (Defenſe de l'hygromètre à cheveu, in *Rozier* Journal de Phyſ. Jan. et Febr. 1788.). Er erklärt die Fehler, welche an den nach ſeiner Methode verfertigten Haarhygrometern wahrgenommen worden, daraus, daß man dazu ſchlechte und verwerfliche Haare (*cheveux retrogrades*) gebraucht habe.

Herr de Lüc ſelbſt hatte ſein erſtes Hygrometer von Elfenbein mit Queckſilber bald wieder verworfen, und etwa um das Jahr 1775 ein neues erdacht, welches aus einem dünnen Spane von Elfenbein beſtand, der über Rollen auf und nieder geführt, einen Zeiger drehte. Um die Wirkung der Wärme und Kälte aufzuheben, hatte er dem Geſtell eine den roſtförmigen Pendelſtangen ähnliche Einrichtung gegeben. Weil er aber hernach fand, daß das Elfenbein nicht immer dieſelbe Ausdehnbarkeit hatte, und daß dieſem Fehler auch die damals ſchon vorgeſchlagnen Federkiele und viele andere Subſtanzen, ausgeſetzt waren,

ſo blieb er endlich bey dem Fiſchbein ſtehen. Hiebey nahm er noch immer nur **einen** feſten Punkt an; denn er glaubte die gänzliche Austrocknung nicht anders, als durch Feuer, bewirken zu können. So übergab er die Beſchreibung ſeines erſten Fiſchbeinhygrometers der Pariſer Akademie im J. 1781. Bald hernach aber fand er Mittel, auch den zweyten feſten Punkt der größten Trockenheit zu beſtimmen, wozu er den Kalk in großen Maſſen gebraucht, welchem ein gleiches Volumen Luft auf drey Wochen lang ausgeſetzt wird. Er gedenkt auch (Idees ſur la meteorologie a. a. O. §. 53.) eines neu ausgedachten Apparats hiezu, wobey man den Kalk in noch größern Maſſen brauchen und das Verfahren abkürzen könne. Zum Körper des Hygrometers ſelbſt gebraucht er dünne Streifen von Fiſchbein, von der Oberfläche oder dicken Rinde der Fiſchbeinblätter genommen, und nach der Breite der Faſern gearbeitet, die er mit einer Feder ſpannt. Er hat ſie ſo fein verfertiget, daß ein Streif von 1 Fuß Länge nur ¼ Gran wiegt, und doch ⅓ Unze Kraft der Feder aushält. Ein Streif von 8 Zollen iſt hinreichend, und giebt etwa eine Veränderung von 1 Zoll. Die Feder, welche ihn ſpannt, iſt in eine Trommel, wie eine Uhrfeder eingeſchloſſen, macht 5-6 Windungen, und wirkt an der dritten Windung auf den Streifen mit einer halben Unze Kraft. Die Veränderungen werden durch einen Zeiger an einer Zifferſcheibe angegeben. Er beſchreibt auch (a. a. O. §. 61.) noch eine zu den gemeinen Beobachtungen ſehr bequeme Einrichtung in Geſtalt einer Taſchenuhr, und ſucht darzuthun, daß der Gang dieſer Hygrometer mit der Menge der Feuchtigkeit in der Luft ſelbſt im Verhältniſſe ſtehe.

De Sauſſure in ſeiner angeführten Vertheidigungsſchrift erklärt das Fiſchbein wegen der zwiſchen ſeinen Faſern enthaltenen ſchleimichten Materie für verdächtig, und ſchließt aus **de Lüc's** eignen Verſuchen, daß die Luft ſchon mit Feuchtigkeit geſättigt ſey, wenn das Fiſchbein-Hygrometer erſt 80-81 Grad zeige; auch behauptet er, die de Lücſche Beſtimmung des feſten Punkts der Trockenheit ſey nichts als eine Nachahmung ſeines ſchon 1778. bekannt gemachten

Verfahrens, wobey blos der Kalk ſtatt der Laugenſalze ſubſtituirt werde. Erſt die Zukunft, von der wir überhaupt noch wichtige Verbeſſerungen der Hygrometrie erwarten, wird über den Werth dieſer beyden Werkzeuge entſcheiden können, deren Erfinder ſich an phyſikaliſchen Einſichten und mechaniſcher Geſchicklichkeit beyde gleich kommen.

Man hat noch außerdem im Pflanzen- und Mineralreiche verſchiedene Subſtanzen gefunden, welche zur Beobachtung und vielleicht auch zur Meſſung der in der Luft ſchwebenden Feuchtigkeit gebraucht werden könnten. Dahin gehören außer dem ſchon angeführten Schiefer aus Aſtrachan, das Weltauge (Das Weltauge, ein Hygroſkop, von **Schreber**, im Naturforſcher, 19. Stück, Halle, 1783.), eine vom Grafen **de la Guerrande** an den nördlichen Küſten von Bretagne gefundene Art von Meergras (Fucus, alga marina, ſ. Magazin für das Neuſte aus der Phyſik u. ſ. w. III. B. 2. St. S. 159.) die vertrocknete Carlina vulgaris (**Bjerkander** in den neuen ſchwediſchen Abh. III. Band) u. a. m.

Hygroſkop, ſ. Hygrometer.

Hypomochlion, Unterlage, Hypomochlium, *Hypomochlion, Point d'appui.* Dasjenige, was den Ruhepunkt eines Hebels C, Taf. X. Fig. 51. 52. 53. trägt oder hält, ſo daß ſich der Hebel zwar um denſelben drehen, nicht aber verſchieben oder auf- und abwärts weichen kan. Man ſtellt ſich das Hypomochlion am beſten als einen Zapfen vor, um den ſich der Hebel dreht. Die gewöhnliche Vorſtellung einer **Unterlage** gilt nur, wenn die am Hebel wirkenden Kräfte den Ruhepunkt niederwärts drücken. In Fällen, wo der Ruhepunkt aufwärts gedrückt wird, wie bey Fig. 52., muß man ſtatt deſſen eine Ueberlage annehmen. Inzwiſchen iſt die griechiſche Benennung von dem Begriff der Unterlage abgeleitet; Hypomochlion heißt buchſtäblich: was unterm Hebel liegt.

Der Widerſtand der Unterlage oder des Zapfens, iſt als eine **dritte** Kraft am Hebel anzuſehen; und zieht man dieſe mit in Betrachtung, ſo richtet ſich das, was am ru-

henden Hebel vorgeht, nach dem Geſetze des Gleichgewichts dreyer Kräfte, ſ. Gleichgewicht. Wenn die Kräfte mit einander parallel wirken, ſo trägt die Unterlage beym Hebel der erſten Art die Summe beyder Kräfte; beym Hebel der zweyten Art trägt oder hält der Zapfen nur ſoviel, als der Unterſchied beyder Kräfte ausmacht: ziehen aber die Kräfte ſchief, wie Taf. XI. Fig. 58., ſo wird der Ruhepunkt C nach der Richtung CI (der mittlern Richtung der Kräfte) mit einer Kraft gedrückt, die ſich zu den äußern Kräften D und E, wie Ie zu Id und de verhält, ſ. Hebel.

Man muß bey den Hebeln, und bey allen Maſchinen überhaupt, dafür ſorgen, daß Unterlagen und Zapfen an den Bewegungspunkten eine Feſtigkeit haben, welche den ſo berechneten Druck auszuhalten vermögend iſt.

Hypotheſe, angenommener Satz, Vorausſetzung, Hypotheſis, Suppoſitio, *Hypotheſe, Suppoſition*. Die wahren Urſachen der natürlichen Wirkungen und Erſcheinungen ſind oft ſehr verborgen, und laſſen ſich nicht mit entſchiedener Gewißheit angeben. In ſolchen Fällen nimmt man bey Erklärung der Phänomene ſeine Zuflucht zu ſelbſt erdachten Vorſtellungsarten; man nimmt an, die zu erklärende Naturbegebenheit geſchehe aus dieſer oder jener Urſache, auf dieſe oder jene Weiſe. Solche blos angenommene Urſachen und Vorſtellungsarten führen den Namen der Hypotheſen. So iſt z. B. die wahre Urſache der elektriſchen Erſcheinungen verborgen, und wenn ſich Franklin zu Erklärung derſelben eine feine Materie denkt, und die Erſcheinungen aus dem Ueberfluſſe oder Mangel derſelben herleitet, ſo iſt dieſe blos von ihm erdachte Vorſtellung, deren Richtigkeit ſich nicht gewiß erweiſen läßt, eine phyſikaliſche Hypotheſe. Die Artikel dieſes Wörterbuchs enthalten ſo zahlreiche Beyſpiele hievon, daß es ganz unnöthig iſt, hier mehrere davon anzuführen.

Wenn es gleich den Hypotheſen an apodiktiſcher Gewißheit fehlt, ſo können ſie doch oft zu einem ſehr hohen Grade von Wahrſcheinlichkeit erhoben werden. Hiezu wird erfordert, daß ſie an ſich nichts Widerſprechendes, ge-

gen ausgemachte Wahrheiten oder völlig erwieſene Naturgeſetze ſtreitendes enthalten, und daß ſie überdies eine vollkommen befriedigende leichte und ungezwungene Erklärung aller mit ihnen zuſammenhängenden Erſcheinungen gewähren. Dieſe Eigenſchaften geben z. B. dem copernikaniſchen Weltſyſtem, wenn es auch nicht mathematiſch erwieſen werden kan, eine Wahrſcheinlichkeit, welche ſich nach dem einſtimmigen Urtheile aller Sachkundigen der Gewißheit gleich ſetzen läßt.

Das erſte Merkmal einer guten Hypotheſe iſt ihre **Simplicität**, wenn ſie nemlich die Erſcheinungen, um deren willen ſie gemacht iſt, durch die leichteſten und geſchwindeſten Mittel, mit der größten Erſparniß, und ohne Einführung neuer Subſtanzen oder Kräfte, erklärt. Eine gute Hypotheſe muß ferner in **Analogie** mit den bekannten Geſetzen der Welt ſtehen. Die Natur iſt nie mit ſich ſelbſt im Widerſpruche, und in allen ihren Werken erblickt man Züge eines allgemeinen Plans, in welchem kein Theil gegen den andern ſtreitet. Findet man alſo Aehnlichkeit und Uebereinſtimmung zwiſchen Geſetzen, die man feſtſtellen will, und denjenigen, die ſchon entdeckt und beſtätiget ſind, ſo kan man die vermutheten Geſetze für wahrſcheinlich halten. Aehnliche Wirkungen verrathen faſt immer auch ähnliche Urſachen. Dies giebt der copernikaniſchen Hypotheſe ein ſo großes Uebergewicht über die tychoniſche, obgleich beyde die Erſcheinungen erklären. In jener iſt alles Folge eines einzigen Grundſatzes, und jede Erklärung ſtimmt mit den andern überein; in dieſer hingegen iſt wider die Analogie das Große dem Kleinen untergeordnet, und Wirkungen, welche ganz ähnlich ſcheinen, müſſen mit beträchtlichen Verſchiedenheiten erklärt werden.

Die Wahrſcheinlichkeit einer Hypotheſe ſteht ferner im Verhältniſſe mit der Menge der Fälle, die ſie erklärt; ſie nähert ſich nemlich in eben dieſem Verhältniſſe der wahren Urſache, welche alle Fälle erklären würde. Auch iſt dieſe Wahrſcheinlichkeit deſto größer, je genauer die Reſultate, die ſich aus der Hypotheſe und aus richtigen Beobachtungen ziehen laſſen, mit der Erfahrung übereinſtimmen.

So wird die newtoniſche Theorie der Gravitation, wenn man ſie anders noch zu den Hypotheſen rechnen darf, dadurch über alle Zweifel erhoben, weil ſie in Verbindung mit den Beobachtungen alle wechſelſeitige Perturbationen im Laufe der Planeten mit einer bewundernswürdigen Genauigkeit beſtimmt, und ſo den aſtronomiſchen Tafeln erſt die erforderliche Vollkommenheit gegeben hat, die man vorher durch kein Mittel erreichen konnte.

So kan ſich oft das, was anfänglich Hypotheſe war, in der Folge als allgemein anerkannte Wahrheit beſtätigen, und wenn ich das Wenige ausnehme, was ſich unmittelbar auf Beobachtung gründet, ſo giebt es vielleicht in dem ganzen Umfange der Naturlehre keine Wahrheit, die nicht einmal Hypotheſe geweſen wäre.

Man kan daher den großen Nutzen und die Unentbehrlichkeit der Hypotheſen in der Phyſik keinesweges bezweifeln. Wo man keine andern Mittel hat, die Natur zu erklären, da ſind ſie das einzige Band, durch das man mehrere Begebenheiten verknüpfen, und auf den Weg zu einer zweckmäßigen Vervielfältigung der Beobachtungen und Verſuche, ja ſelbſt zur Entdeckung der wahren Urſache, geleitet werden kan. Die Sternkunde würde ſehr arm ſeyn, wenn man ſich erſt dann darauf hätte legen wollen, als das wahre Weltſyſtem erfunden war, auf welches man vielleicht ohne die vorhergehenden zahlreichen Hypotheſen gar nicht gekommen wäre. Und eben dies iſt der Fall in den meiſten übrigen Fächern der Naturlehre. Die guten Hypotheſen, wenn ſie auch nicht die Wahrheit ſelbſt ſind, machen doch den Zuſammenhang der Begebenheiten ſinnlicher, veranlaſſen Verſuche und Entdeckungen, an welche man ohne ſie nicht gedacht hätte, und ermuntern den unpartheyiſchen Beobachter unaufhörlich zu neuen Prüfungen, welche faſt immer etwas Nützliches lehren.

Dagegen iſt der Mißbrauch der Hypotheſen äußerſt gefährlich für den Fortgang und die Ausbreitung der Wahrheit. Wer eine Hypotheſe erſonnen hat, und einmal ſo weit gekommen iſt, ſie für wahrſcheinlich zu halten, der beredet ſich ſehr leicht, daß alle weitere Prüfung unnöthig

ſey. Er glaubt alsdann nicht mehr, daß die Natur ſeiner Vorſtellung widerſprechen könne, und wenn neue Beobachtungen gegen ihn ſtreiten, ſo erzwingt er ſich durch Witz und Geſchicklichkeit neue Erklärungen oder Zuſätze zur Hypotheſe ſelbſt, welche meiſtentheils nichts anders als neue Irrthümer ſind, und den Epicykeln des ptolemäiſchen Weltſyſtems gleichen. Hypotheſen, die man mit dergleichem Flickwerke verſehen muß, um ſie neuern Beobachtungen anzupaſſen, ſind im höchſten Grade verdächtig. So ſinnreich auch bisweilen ihre Vertheidiger die Beobachtungen zu drehen und die Widerſprüche zu heben wiſſen, ſo muß doch der unbefangene Naturforſcher nie vergeſſen, daß die Begierde, etwas zu behaupten, der ärgſte Sophiſt ſey, den man ſich gedenken kan, und daß eine einzige Thatſache mehr wahren Werth habe, als das künſtlichſte Gebäude von ſolchen Erklärungen.

Bey dem Studium der Geſchichte der Phyſik bleibt man zweifelhaft, ob die Hypotheſen dem Fortgange dieſer Wiſſenſchaft mehr geſchadet oder genützt haben. So viele wichtige Entdeckungen aus ihnen entſprungen ſind, ſo hat doch auch der alle Grenzen überſteigende Mißbrauch derſelben die Wiſſenſchaft bis zum Anfange des vorigen Jahrhunderts in ihrer erſten Kindheit zurückgehalten, und ihrem Wachsthume noch bis in die gegenwärtigen Zeiten ſtarke Hinderniſſe entgegengeſetzt. Die ganze Schule des **Descartes** behauprete, alle Dinge nach der Vorſtellungsart ihres Lehrers erklären zu können, und ſuchte in den Beobachtungen nichts weiter, als Beſtätigung dieſer ſchon vorher gefaßten Begriffe und Meynungen auf. So wurden die vortreflichſten Erfahrungen verdrehet, und ſtatt der Geſchichte der Natur ward eine Geſchichte menſchlicher Vorſtellungen erzählt, bey der man ſich unglaubliche Mühe gegeben hat, unnütze Begriffe zu erfinden und zu vertheidigen. **Newton** machte endlich dieſem Unweſen ein Ende. Er war ſo ſehr wider die Hypotheſen dieſer Art eingenommen, daß er ſeine Theorien ſchlechterdings nicht alſo genannt wiſſen wollte, ſo viel ſie auch noch hin und wieder Hypothetiſches enthalten. Er ſuchte die Phyſiker auf den

richtigen Begriff von Hypotheſen zu führen, indem er (Princip. L. III. ſub init.) unter dieſem Namen einige Sätze vortrug, die jeder gern einräumt, ob ſie gleich nicht mit mathematiſcher Schärfe zu erweiſen ſind (wie die Poſtulata oder Hypotheſes der alten Mathematiker). Unter dieſen Sätzen befinden ſich z. B. die vortreflichen Regeln, daß man nicht mehr Urſachen der Naturbegebenheiten annehmen müſſe, als wirklich erwieſen und zur Erklärung der Erſcheinungen hinreichend ſind; daß einerley oder ähnliche natürliche Wirkungen einerley Urſachen haben; das copernikaniſche Syſtem, die kepleriſchen Regeln u. ſ. w. — Vorausſetzungen, welche ſich von den carteſianiſchen Hypotheſen ſehr merklich unterſcheiden. Er gab endlich den Phyſikern durch ſeine Schriften ein vortrefliches Beyſpiel, ſo wenig als möglich vorauszuſetzen, und ſo viel als möglich, aus Erfahrung und Induction zu ſchließen. Nach einem langen Streite zwiſchen ſeinen und des Descartes Anhängern hat doch endlich die beſſere Methode geſiegt, und obgleich die Anzahl der Hypotheſen, beſonders in den dunklern Fächern und in dem chymiſchen Theile der Naturlehre, ſeitdem noch anſehnlich vermehrt worden iſt, und noch immer zunimmt, ſo ſcheinen ſie doch in unſern Tagen mit mehrerer Mäßigung behandelt, und nicht ſo oft, als ſonſt, zum Nachtheil der Wahrheit gemißbraucht zu werden.

Diſcours ſur les diſpoſitions, qu' il faut avoir pour faire du progrès dans l'étude de la phyſique par *M. Noller*, vor dem erſten Bande ſ. Leçons de phyſ. exp.

Senebier Kunſt zu beobachten, a. d. Franz. v. Gmelin, Leipzig, 1776. 8. II. B. 9 — 11. Abſchn.

J.

Jahr, Annus, *An*, *Année*. Die Zeit, binnen welcher die Erde ihre Bahn um die Sonne einmal durchläuft. Nach Ablauf dieſer Zeit kömmt ſie alſo wieder in ihre vorige Stellung gegen die Sonne, und es kehren den Orten auf ihrer Oberfläche die vorigen Jahrszeiten, und die übrigen von der Sonne abhängenden Erſcheinungen zurück. Eben

dies iſt auch der Zeitraum, in welchem die Sonne durch ihre eigne Bewegung die ganze Ekliptik, oder alle zwölf himmliſche Zeichen zu durchlaufen ſcheint, ſ. **Ekliptik**. Er giebt wegen der Wiederkehr aller Verrichtungen, die von der Sonne und den Jahrszeiten abhängen, ein ſehr brauchbares Maaß der Zeit.

Man hat anfänglich die Größe des Jahres nicht ganz genau gekannt. Die Egypter nahmen nach den Nachrichten des **Syncellus** zuerſt ein Jahr von 360 Tagen an, dem nachher die Thebäer noch fünf Tage zuſetzten. Der große Ring des Oſymandyas (Diod. Sic. L. I. Sect. 2.) hatte daher einen Umfang von 365 Ellen; jede Elle bezog ſich auf einen Tag des Jahres, und es war dabey der Auf- und Untergang der Geſtirne, mit aſtrologiſchen Folgerungen, bemerkt. Weiterhin ward man gewahr, daß dieſes Jahr um einen Viertelstag zu kurz ſey, daher die Wiedererſcheinung des Hundsſterns, welche die Ueberſchwemmung des Nils verkündigte, alle 4 Jahre um einen Tag ſpäter erfolgte, und ſo erſt in 4×365 oder eigentlich in 1461 Jahren, wieder auf denſelben Tag des bürgerlichen Jahrs zurückkehrte. Weil ſich aber die Feſtrechnung der Egypter auf das Jahr von 365 Tagen gründete, ſo war ihnen daſſelbe zu heilig, um etwas daran zu ändern; ſie ließen alſo ihre Feſte ungeſtört durch alle Jahrszeiten rücken, und bemerkten blos die Periode ihrer Wiederkehr auf den vorigen Tag unter dem Namen des **Hundsſterncyclus** (Periodus Sothiaca) bis endlich nach der Schlacht bey Actium Egypten eine Provinz des römiſchen Reichs ward, und ein Jahr annehmen mußte, das an Größe dem julianiſchen gleich war.

Die Griechen nahmen bey ihren Bemühungen, das Sonnenjahr mit dem Mondlaufe zu vereinigen (ſ. **Kalender**), jenes zu 365 Tagen 6 Stunden an. Der metoniſche Cykel von 19 Jahren oder 6940 Tagen war dieſer Angabe zufolge noch 6 Stunden länger, als 19 Sonnenjahre; aber die hundert Jahr ſpäter eingeführte kallippiſche Periode von 27759 Tagen trifft mit 76 Jahren von 365¼ Tagen ganz genau überein. Dieſe Periode ward bey den Griechen beybehalten, und **Soſigenes**, mit deſſen Hülfe

Cäſar den römiſchen Kalender verbeſſerte, führte das Jahr, das ſie vorausſetzt, auch bey den Römern ein. Seit dieſer Zeit iſt es unter dem Namen des **julianiſchen Jahres** bekannt geblieben.

Hipparch zu Alexandrien beobachtete nach den Nachrichten des **Ptolemäus** (Almageſt. L. III.) die Zeitpunkte der Nachtgleichen und Sonnenwenden mit vieler Sorgfalt. Er verglich ſeine Beobachtungen mit denen, welche **Ariſtarch von Samos** 145 Jahre vor ihm angeſtellt hatte, und fand, daß die Sonnenwenden ſeit dieſer Zeit um 12 Stunden früher einfielen. Dieſer Beſtimmung nach ſchien ihm die wahre Länge des Jahres $\frac{12}{147}$ oder beynahe $\frac{1}{12}$ Stunde, d. i. 5 Minuten kürzer, als die kallippiſche Periode annahm, mithin nur 365 T. 5 St. 55 Min. zu ſeyn. Weil dieſe $\frac{12}{147}$ Stunden in 4×76 Jahren 25 St. 9 Min. ausmachen, ſo ſchlug er vor, vier kallippiſche Perioden zuſammenzunehmen, und einen Tag daraus hinwegzulaſſen, wobey 304 Jahre von eben ſo viel Umläufen der Sonne nur um 1 Stunde 9 Min. abweichen würden. Es iſt aber dieſer Vorſchlag ohne Anwendung geblieben.

Die neuern Aſtronomen haben von der vortreflichen Methode des Hipparch, alte und neue Beobachtungen zu vergleichen, häufigen Gebrauch gemacht. So hatte **Walther** zu Nürnberg im Jahre 1488 die Nachtgleiche den 10ten März um 15 Uhr 40 Min. beobachtet, welches auf den Meridian von Uranienburg (der um 15 Min. Zeit weiter oſtwärts liegt) reducirt, die Nachtgleiche

1488 d. 10 März 15 St. 55 Min. giebt.
Tycho fand ſie 1588 d. 9 März 21 St. 10 Min.
Unterſchied auf 100 Jahr 18 St. 45 M. = 1125 M.
div. mit 100) ——————
auf 1 Jahr — — 11 Min. 15 Sec.

Nach dieſer Rechnung iſt das wahre Sonnenjahr um 11 Min. 15 Sec. kürzer, als das julianiſche v. 365 T. 6 Stunden, mithin beträgt es 365 T. 5 St. 48 Min. 45 Sec. (ſ. *Tychonis de Brahe* Progymnaſm. Aſtr. p. 51.). Aehnliche Vergleichungen findet man beym **Riccioli** (Al-

mageſt. nov. p. 138. Aſtron. reform. p. 16.), Hevel (Prodrom. Aſtr.) Manfredi (De gnomone Bononienſi p. 74.) Caſſini (Elemens de l'aſtr. L. II. ch. 10.) und de la Lande (Aſtronomie, der zwoten Ausg. §. 885.) geſammelt. Der letztere ſetzt die mittlere Länge des Sonnenjahrs

365 T. 5 St. 48 Min. 45 Sec. 30 Tert.

Dieſer Zeitraum, binnen welchem die Sonne von einer Nachtgleiche oder Sonnenwende aus bis wieder zu eben derſelben läuft, heißt von den Tropen oder Sonnenwenden das tropiſche Sonnenjahr (annus ſolaris tropicus). Während dieſer Zeit ſind die Firſterne, wegen des Vorrückens der Nachtgleichen, um 50″ weiter gegen Morgen gegangen, und die Sonne braucht daher, um wieder zu dem vorigen Firſterne zu gelangen, noch 20 Min. 5, 7 Sec. Zeit über das tropiſche Jahr. Dieſer Zeitraum heißt das Sternjahr oder die ſideriſche Umlaufszeit (annus ſidereus). Die Erdferne oder eigentlich die Sonnenferne der Erde rückt in eben der Zeit um 65″ fort, daher die Sonne, um von einer Erdferne bis zur folgenden zu gelangen, 26 Min. Zeit über das tropiſche Sonnenjahr nöthig hat. Dieſer Zeitraum heißt die anomaliſtiſche Umlaufszeit. De la Lande (Aſtr. 888. 889.) ſetzt

die ſideriſche	365 T.	6 St.	9 Min.	11,2 Sec.
die anomaliſtiſche	365	6	15	20

Weil zwölf Umläufe oder Wechſel des Monds dem Jahre nahe kommen, ſo nennt man die Dauer von zwölf ſynodiſchen Mondenmonaten (ſ. Monat) ein Mondenjahr (annus lunaris). Sie beträgt nach de la Lande (Aſtr. 1422.)

354 T. 8 St. 48 Min. 34,7 Sec.

und iſt beynahe um 11 Tage (eigentlich 10 T. 21 St.) kürzer, als das tropiſche Sonnenjahr.

Die bisher angezeigten Jahre ſind aſtronomiſche (anni coeleſtes). Sie geben wirkliche Dauer der himmliſchen Umläufe bis auf Minuten und Secunden an. Von ihnen unterſcheiden ſich die bürgerlichen Jahre (anni civiles), welche im Kalender, wo man die Tage nicht thei-

len kan, angenommen werden müſſen, und aus Anzahlen von vollen Tagen beſtehen, die dem aſtronomiſchen Jahre ſo nahe, als möglich, kommen. Aus dem vorigen erhellet, daß es hiebey am natürlichſten und richtigſten iſt, das bürgerliche Sonnenjahr zu 365 Tagen anzunehmen. Ein ſolches heißt ein gemeines Jahr (annus communis). Weil es aber, nach dem vorigen, um 5 St. 48 Min. $45\frac{1}{2}$ Sec., oder faſt um 6 Stunden, zu kurz iſt, und dieſer Fehler in vier Jahren faſt einen ganzen Tag ausmacht, ſo ſetzt unſer Kalender aller 4 Jahre einen Tag hinzu, woraus ein Jahr von 366 Tagen, ein Schaltjahr (annus biſſextilis) entſteht. Dieſer Schalttag (dies intercalaris) wird zwiſchen den 23ſten und 24ſten Februar eingeſchoben; und weil hiebey im römiſchen Kalender der 23ſte Februar (ſextus Kalendas Martias) zweymal gezählt wird, ſo iſt daher die lateiniſche Benennung (biſſextilis, a bis numerato ſexto) entſprungen.

Die von verſchiedenen Völkern angenommenen bürgerlichen Jahre ſind entweder Sonnen- oder Mondenjahre. Sie ſetzen ſämmtlich eine auf Beobachtung beruhende Größe des aſtronomiſchen Jahres voraus, enthalten eine Anzahl voller Tage, welche dieſer Größe nahe kömmt, und laſſen alsdann entweder die Jahrszeiten durch alle Tage des Jahres durchrücken (anni vagi), oder halten dieſelben durch Einſchaltungen an gewiſſe Tage feſt (anni fixi).

Zu den bürgerlichen Sonnenjahren, in welchen die Jahrszeiten durch alle Tage des Jahres rücken, gehört das alte egyptiſche Jahr von 365 Tagen, welches mit dem nabonaſſariſchen Jahre der Chaldäer und dem yezdegerdiſchen Jahre der Perſer einerley iſt. In 1461 ſolchen Jahren rückt die Nachtgleiche nach und nach durch alle Tage des Jahrs hindurch.

Das julianiſche Jahr ſollte zwar der Abſicht nach ein feſtes Jahr ſeyn. Weil aber die vorausgeſetzte Dauer des aſtronomiſchen Jahres von 365 T. 6 St., um 11 Min. 14,5 Sec. zu groß iſt, welches in 400 Jahren 3 Tage beträgt, ſo müſſen dennoch die Nachtgleichen aller 400 Jahre 3 Tage früher fallen, und es war daher die Frühlings-

nachtgleiche vom Jahre 325 n. C. G. bis zu Ende des 16ten Jahrhunderts vom 21ten bis zum 10ten März vorgerückt. Dies gab Anlaß zu Einführung des gregorianiſchen Kalenders, ſ. **Kalender**, wobey das Jahr zu 365 T. 5 St. 49 Min. 12 Sec. angenommen iſt, und binnen 400 Jahren allezeit drey Schalttage wegbleiben. Dieſes verbeſſerte oder **gregorianiſche** iſt nun wirklich ein fixes Jahr, in welchem ſich die Frühlingsnachtgleiche immer um den 20 März hält. Die vorausgeſetzte Dauer des Sonnenjahrs weicht von der wahren nur um 27 Sec. ab, welches erſt in 3200 Jahren eine Abweichung von einem Tage giebt.

Bey den Perſern führte der Sultan **Gelal** bereits im Jahre 1079 n. C. G. mit Hülfe des Aſtronomen **Omar Chejam** ein Jahr (annus Galilaeus) ein, welches mit dem Laufe der Sonne noch genauer, als ſelbſt das gregorianiſche, übereinſtimmt. Es wird nemlich dabey 7mal nach einander aller vier Jahre, das achtemal aber erſt im 5ten Jahre, ein Tag eingeſchaltet. Daher ſind unter 33 Jahren allezeit 25 gemeine und 8 Schaltjahre, oder dieſe 33 Jahre haben $33 \times 365 + 8 = 12053$ Tage, ſo daß ein Jahr = 365 T. 5 St. 49 Min. 5 Sec. 28 Tert. vorausgeſetzt wird, welches von der wahren Größe nur um 20 Sec. abweicht, und erſt in 4320 Jahren um einen einzigen Tag fehlet. Dieſe Einſchaltungsart würde der gregorianiſchen vorzuziehen ſeyn, wenn nicht bey der letztern zugleich auf den Mondlauf hätte geſehen werden müſſen, wobey der gleichförmige Fortgang des Einſchaltens durch ein ganzes Jahrhundert einen großen Vortheil gewähret.

Unter den bürgerlichen **Mondenjahren** giebt es wiederum ſolche, in denen die Jahrszeiten durch die Tage des Jahres fortrücken (vagos) und andere, in welchen ſie durch Einſchaltungen an gewiſſen Tagen feſtgehalten werden (fixos). Zu den erſtern gehört das **muhammedaniſche** oder **arabiſche** Jahr, welches aus 354 Tagen beſtehet und zwölf Monate hat, welche mit 30 und 29 Tagen abwechſeln. In jeder Periode von 30 Jahren wird in den Jahren 2, 5, 7, 10, 13, 15, 18, 21, 24, 26, 29 dem letzten Monate, der ſonſt nur 29 Tage hat, der 30ſte zugeſetzt, daß

alſo unter 30 Jahren, 19 von 354, und 11 von 355 Tagen ſind. Hiebey iſt das Mondenjahr 354 T. 8 St. 48 Min. voraüsgeſetzt; dies weicht von dem wahren Mondlauf jährlich um 35 Sec., oder in 2480 Jahren um einen Tag ab; dagegen iſt auf die Sonne hiebey gar keine Rückſicht genommen.

Zu den fixen Mondenjahren, welche ſich nach dem Laufe der Sonne und des Mondes zugleich richten, gehören das athenienſiſche und jüdiſche Jahr. Das gemeine athenienſiſche Jahr (annus Atticus communis) beſtand aus 12 Monaten, welche mit 30 und 29 Tagen abwechſelten, alſo aus 354 Tagen, und fieng mit dem nächſten Neumonde nach der Sommerſonnenwende an. Das **Schaltjahr** (annus embolimaeus) hatte 13 Monate, oder 384 Tage. Anfänglich ward in jeder Periode von acht Jahren (Octaëteris) dreymal, nemlich zu Ende des 3ten, 5ten und 8ten Jahres eingeſchaltet, daß alſo 8 Jahre 99 Monate oder 2922 Tage hatten. Dieſer Zeitraum iſt zwar eben ſo lang als 8 Sonnenjahre, jedes zu 365 T. 6 St., aber um $1\frac{1}{2}$ Tage kürzer als 99 Mondumläufe, jeden zu 29 T. 12 St. 44 Min. gerechnet. **Meton** und **Euctemon** führten daher den Cykel von 19 Jahren (Enneadecaëteris) ein, dem ſie 235 Monate, 125 von 30, 110 von 29 Tagen gaben, ſo daß das 3te, 6te, 8te, 11te, 14te, 17te und 19te Jahr, Schaltjahre von 13 Monaten waren, die übrigen aber nur 12 Monate behielten. Dieſe Periode enthält 6940 Tage; 19 Sonnenjahre aber haben 6 Stunden, und 235 Mondumläufe $7\frac{4}{5}$ Stunden weniger. Aus dieſem Grunde ließ **Kallippus** von dem letzten Schaltmonate der vierten 19jährigen Periode noch einen Tag hinweg, wodurch denn dieſe 76 Jahre oder 940 Monate gerade 76 julianiſchen Jahren gleich und um $6\frac{2}{3}$ Stunden länger als 940 Mondwechſel wurden. Da der ſynodiſche Monat in der That noch 3 Sec. länger iſt, als oben angenommen wird, ſo gehen von dieſen $6\frac{2}{3}$ Stunden noch 940. 3 Sec. oder 47 Minuten ab, daß alſo die kallippiſche Periode vom Sonnenlaufe nur eben ſo weit, als das julianiſche Jahr, d. i. um einen Tag in 128 Jahren, und vom Mondlaufe nur um 5 St. 53 Min. in

76 Jahren, d. i. um einen Tag in 310 Jahren, abweicht. Dieſe Verbindung des Sonnen- und Mondlaufs iſt allerdings eine der vortreflichſten Erfindungen des Alterthums, obgleich die Einſchaltungsmethode ſelbſt für den Gebrauch des gemeinen Lebens allzugekünſtelt ausfällt, und in den einzelnen Jahren allzugroße Abweichungen vom Sonnenlaufe zuläßt, ſ. **Kalender.**

Auch das jetzige Jahr der **Juden** iſt ein fixes oder mit dem Sonnenlaufe vereinigtes **Mondenjahr** von 354 Tagen, welches von dem nächſten Neumonde nach der Herbſtnachtgleiche anfängt. Sie bedienen ſich dabey eines Cykels von 19 Jahren, in welchem das 3, 6, 8, 11, 14, 17, 19te, Schaltjahre von 13 Monaten ſind. Die Monate wechſeln mit 30 und 29 Tagen ab; und der Schaltmonat von 30 Tagen wird zwiſchen den ſechſten und ſiebenden Monat eingeſchoben. Unter ihren gemeinen und Schaltjahren kommen aber auch ſolche vor, die einen Tag mehr oder weniger, als die gewöhnlichen, haben, ſo daß die Periode von 19 Mondenjahren, in welcher ſie 235 Monate zählen, um eine Stunde und 485 Helakim (oder 1080 Theile der Stunde) kürzer iſt, als der julianiſche Mondcykel.

Montucla Hiſt. des mathem. P. I. L. III. no. XIII. ſq.

Käſtner Anfangsgr. der Aſtronomie und Chronologie, Göttingen, 1781. 8. an mehreren Stellen.

Guil. Beveregii Inſtitut. Chronol. L. II. Londin. 1705. 4.

Jahrszeiten, Quatuor anni tempora, *Saiſons*. Die vier Theile, in welche das Jahr, in Abſicht auf die Stellung der Erde gegen die Sonne, beſonders von den Bewohnern der gemäßigten Zonen, eingetheilt wird. Ihre Namen ſind **Frühling, Sommer, Herbſt, Winter**, und von jeder handelt ein beſonderer Artikel dieſes Wörterbuchs.

Wenn die Sonne im Anfang des Steinbocks ſteht, ſo iſt in der nördlichen gemäßigten Zone ihre Mittagshöhe am kleinſten, und die Tageslänge am kürzeſten. Ihre ſchief auffallenden Stralen erwärmen die Erdfläche wenig und nur einige Stunden lang, die Kälte nimmt überhand, und

man ſagt, es ſey **Winter**. Je weiter ſie aber zu dem Zeichen des Widders hinaufrückt, deſto mehr wächſt ihre Mittagshöhe zugleich mit der Länge des Tages, ihre Stralen werden weniger ſchief, erwärmen ſtärker und länger, die erſtorbene Natur fängt endlich von neuem an zu leben, und mit dem Eintritte der Sonne in den Widder hebt der **Frühling** an. Alle dieſe Wirkungen nehmen zu, bis beym Eintritte der Sonne in den Krebs ihre Mittagshöhe und die Tageslänge am größten werden, und die Stralen die ſtärkſte Hitze verurſachen. Alsdann ſagt man, es ſey **Sommer**. Von dieſer Zeit an reifen die Früchte; die Sonne aber geht wiederum nach dem Aequator zurück in niedrigere Stellen, ihre Stralen werden ſchiefer, die Tage kürzer, und wir bekommen **Herbſt**, wenn die Sonne in die Wage tritt. Endlich geht ſie von hier aus in noch niedrigere Stellen der Ekliptik, die Tage werden noch kürzer, die Sonnenſtralen fallen noch ſchiefer auf, die Witterung wird rauher und kälter, bis mit dem Eintritte der Sonne in den Steinbock der Winter wiederkehret. Die ſüdliche gemäßigte Zone hat zu gleicher Zeit die entgegengeſetzten Jahrszeiten.

Für die Bewohner der kalten Zonen laſſen ſich die Jahrszeiten eben ſo, wie für die benachbarten gemäßigten annehmen. Im Frühlinge giebt es für dieſe Orte eine Zeit, in der die Sonne gar nicht mehr untergeht, einen **beſtändigen Tag**, der ſich bis in den Sommer hinein erſtreckt, und deſto länger dauert, je näher der Ort dem Pole liegt. Dagegen fängt im Herbſte eine **beſtändige Nacht** an, welche bis in den Winter anhält.

Auf die Orte der heißen Zone aber läßt ſich die Abtheilung in Jahrszeiten nicht mehr anwenden. Dieſen Orten geht die Mittagsſonne jährlich zweymal durch den Scheitel, und zweymal iſt ſie von demſelben am weitſten entfernt. Dies würde zween Sommer und zween Winter, aber meiſtens von ſehr ungleicher Dauer, geben: aber der Begrif von unſern Jahrszeiten läßt ſich überhaupt nicht auf Orte anwenden, wo die Sonne faſt immer hoch ſteht, wo die Abwechſelungen der Temperatur und Tageslänge nicht

beträchtlich ſind, und die Fruchtbarkeit mehr auf Näſſe und Trockenheit, als auf Wärme und Kälte, ankömmt. Wenn in der heißen Zone eigentlich Sommer ſeyn ſollte, oder wenn ſich die Sonne am meiſten über den Horizont erhebt, ſo fällt die Regenzeit ein; die angenehmſte Jahrszeit aber pflegt diejenige zu ſeyn, da die Sonne am niedrigſten ſteht.

Die Abwechſelung der Jahrszeiten hängt lediglich davon ab, daß die Ekliptik mit dem Aequator nicht zuſammenfällt, ſondern gegen denſelben unter einem Winkel von 23½° geneigt iſt; oder was eben ſo viel iſt, davon, daß die Erde ſich nicht ganz nach eben der Richtung um ihre Axe drehet, nach welcher ſie ihre jährliche Bahn um die Sonne beſchreibet. Eine ſehr einfache Erklärung hievon giebt das copernikaniſche Syſtem, ſ. **Weltſyſtem**. Fielen Aequator und Ekliptik in eine Ebne zuſammen, ſo würde die Sonne ſtets im Aequator ſtehen; es würde überall und immer der Tag der Nacht gleich ſeyn, und durchgängig ein beſtändiger Frühling herrſchen.

Da die Erde nicht alle Theile ihrer Bahn mit gleicher Geſchwindigkeit durchläuft, ſo ſind auch die Jahrszeiten nicht von gleicher Länge. Frühling und Sommer dauren bey uns zuſammen ohngefähr 186, Herbſt und Winter 179 Tage.

Wärme, Kälte und Witterung hängen zwar großentheils, aber bey weitem nicht ganz, von der Wirkung der Sonne ab, ſondern richten ſich außerdem noch nach vielerley localen und zufälligen Urſachen. Daher werden ſie nicht durch die Jahrszeiten allein beſtimmt, und ſo kan es im Sommer ſehr kalte, im Winter ſehr warme Tage geben. Weil die Wirkungen erſt dann am ſtärkſten werden, wenn ihre Urſachen eine Zeit lang gedauert haben, ſo iſt es nicht gerade dann am kälteſten, wenn die Sonne am niedrigſten, oder am wärmſten, wenn dieſelbe am höchſten ſteht; vielmehr fällt die größte Kälte und Hitze erſt einige Zeit nach dem Anfange des Winters und Sommers ein, ſ. **Klima**.

Erxleben Anfangsgründe der Naturl. durch Lichtenberg, §. 600, 622, 770.

Idioelektriſch, ſ. Elektriſche Körper.

Imprägnation, Impraegnatio, *Imprégnation*. Dieſes Wort bedeutet eben ſo viel, als Auflöſung, wird aber hauptſächlich von Auflöſungen der Salze und der Gasarten in Waſſer und andern tropfbaren Flüßigkeiten gebraucht. Waſſer mit Salz, Vitriolſäure, fixer Luft u. ſ. f. **imprägniren**, heißt eine Quantität Salz oder Vitriolſäure darinn auflöſen, oder eine Menge fixe Luft von demſelben abſorbiren laſſen. Eine Maſchine zur Imprägnation des Waſſers mit fixer Luft und andern Gasarten wird bey dem Worte: **Parkeriſche Maſchine** beſchrieben.

Inbegriff, ſ. Volumen.

Inclination, ſ. Neigung.

Incruſtation, Incruſtatio, *Incruſtation*. Einige Waſſer haben die Eigenſchaft, die ihnen beygemiſchten erdichten, ſalzigen oder kießigten Theile an der Oberfläche der Körper, mit denen ſie in Berührung ſtehen, abzuſetzen. Körper, die man ſolchen Waſſern eine Zeit lang ausſetzt, werden dadurch mit einer harten ſteinähnlichen Rinde überzogen, und man nennt ſowohl dieſen Vorgang ſelbſt, als auch den überzognen Körper, eine **Incruſtation**. Der letztere würde richtiger ein **Incruſtat**, oder incruſtirter Körper heißen.

Die gewöhnlichſten Incruſtationen ſind kalkartig, weil ſich die Kalkerde unter allen übrigen am leichteſten mit dem Waſſer vermiſcht. Hieher gehören die **Stalaktiten** oder **Tropfſteine, Rindenſteine**, welche ſich durch das Herabtröpfeln des Waſſers in unterirdiſchen Höhlen bilden, und durch die fortdaurende Incruſtation beſondere Geſtalten annehmen, ſ. **Höhlen**. Andere Ueberzüge ſind ocherartig, und unterſcheiden ſich durch eine gelbe oder braune Farbe. In den Gradirhäuſern der Salzwerke überziehen ſich die Reiſer, durch welche die Sole tröpfelt, und andere Körper, die man hineinlegt, mit einer theils kalkartigen, theils

ſalzigen Rinde. Die warmen Quellen z. B. das Carlsbad, deren Waſſer wegen ſeiner Wärme viel fremde Materien auflöſet, haben dieſe incruſtirende Eigenſchaft in vorzüglich hohem Grade, ſ. **Bäder, warme.**

Indifferenzpunkt, Punctum indifferentiae, *Point d'indifference.* Dieſen Namen giebt **Brugmanns** (Tentamina philoſophica de materia magnetica eiusque actione in ferrum et magnetem. Franequ. 1765. 4. deutſch, mit neuen Zuſätzen des Verf. durch D. **C. G. Eſchenbach,** Leipz. 1784. 8. S. 70.) demjenigen Punkte eines eiſernen oder ſtählernen Stäbchens, an welchem der Magnet, mit dem man es beſtreicht, ſtehen muß, wenn das eine Ende des Stäbchens gar keine Polarität zeigen ſoll.

Wenn man nemlich ein unmagnetiſches Stäbchen Eiſen oder Stahl AC, Taf. XII. Fig. 85., bey A mit dem Nordpol eines ſtarken Magnets berühret, ſo wird A ein Südpol, und C ein Nordpol; ſtreicht man aber mit dem Magnet am ganzen Stäbchen hin bis C, ſo wird am Ende A ein Nordpol und C ein Südpol.

Herr **Brugmanns** gerieth dadurch auf die vortrefliche Muthmaßung, weil das Ende A während dem Hinſtreichen ſeine Polarität ändert, und aus der ſüdlichen in die nördliche übergeht, daß wohl der Magnet auf ſeinem Wege von A nach C in einen Punkt M kommen müſſe, wo A gar keine Polarität hat, die ſüdliche Spitze einer Nadel eben ſowohl als die nördliche zieht, und alſo ganz **indifferent** iſt. Er fand auch dies durch die Erfahrung beſtätiget. Stand der Magnet in M, ſo zeigte A gar keine Polarität, indem C noch immer ein Nordpol war. Fuhr er mit dem Magnete weiter nach C, ſo fieng A an eine nördliche Polarität zu zeigen, und die nördliche Polarität von C nahm ab. Kam er bis N, ſo ward C **indifferent,** und ſtrich er bis ans Ende, ſo erhielt C eine ſtarke ſüdliche, und A eine nördliche Polarität. Er gab daher den Punkten M und N den Namen der **Indifferenzpunkte.** Sie finden ſich bey allen Eiſen- und Stahlſtäbchen oder Drath, nur haben ſie bey verſchiedenen Dicken und Längen, auch

bey verſchiedener Härte des Eiſens und Stärke des Magnets andere Lagen. Herr **van Swinden** hat hierüber noch viele Verſuche angeſtellt, ſ. **Magnet.**

Beccaria (Elettric. artif. 1771. p. 208.) und **Lord Mahon** (Principles of electricity, London, 1779. 4.) haben bemerkt, daß es an elektriſirten Leitern ähnliche Punkte giebt, wobey das eine Ende des Leiters gar keine Elektricität zeigt, wenn der elektriſirte Körper, der dem Leiter die Elektricität mittheilt, an einen ſolchen Punkt gehalten wird.

Lichtenberg Anm. zu Erxlebens Anfangsgr. der Naturl. Vierte Aufl. Göttingen, 1787. § 570 b.

Inflexion, ſ. **Beugung des Lichts.**

Intenſität, Energie, Wirkſamkeit, Intenſitas, Energia, Efficacia, *Intenſité*, *Energie.* Das Vermögen zu wirken, oder die Größe der Kraft, in ſo fern ſie nicht von der Größe des Körpers oder von der Menge ſeiner Theile abhängt, ſondern jedem einzelnen Theile eigen iſt.

Wenn man zu einem Gewichte ein anderes hinzuthut, ſo wird zwar der Druck, oder die Wirkung der Schwere, vergrößert; weil aber dies blos von der vermehrten Maſſe oder Menge der Theile herkömmt, ſo kan man in dieſem Falle nicht ſagen, die Intenſität der Schwere ſey größer geworden. Würde aber das Gewicht in die Gegenden um die Pole, oder auf die Oberfläche der Sonne gebracht, ſo würde jeder Theil deſſelben ſtärker drücken, d. i. die **Intenſität** der Schwere würde zunehmen. Hiebey iſt Intenſität eben das, was man ſonſt beſchleunigende Kraft nennt, ſ. **Kraft, beſchleunigende.**

Wenn man die Oberfläche und Länge eines iſolirten Leiters vergrößert, ſo wird er dadurch in Stand geſetzt, aus andern elektriſirten Körpern, oder aus der Maſchine, mehr Elektricität, als vorher, anzunehmen und wieder zu entlaſſen. Man erhält aus ihm ſtärkere Funken u. ſ. w.; aber dieſe Verſtärkung der Wirkungen, welche blos von Ver-

größerung der wirkenden Fläche abhängt, iſt keine Verſtärkung der Intenſität. Wird aber ein Leiter, ohne Vergrößerung ſeiner Länge und Fläche, in Stand geſetzt, weit mehr Elektricität, als ſonſt, anzunehmen, ohne daß ſie eine merkliche Wirkung äußern kan, wie z. B. bey der Ladung der Leidner Flaſche, beym Condenſator der Elektricität, ſo ſagt man: die Intenſität ſey geſchwächt. Bey der Entladung, Aufhebung des Deckels vom Condenſator u. ſ. w. werden die Urſachen, welche vorher die Intenſität ſchwächten, aufgehoben, das natürliche Vermögen zu wirken, kehrt zurück, und es erfolgen nunmehr deſto ſtärkere Wirkungen.

Von entgegengeſetzten Kräften, welche auf einerley Maſſe oder Raum wirken, ſchwächt eine jede der andern Intenſität. Werden ſie von einander getrennt, ſo kehren ihre Intenſitäten unvermindert zurück, und äußern die ihrer Größe gemäßen Wirkungen.

Jovilabium, ſ. **Nebenplaneten.**

Irrlichter, Irrwiſche, Ignes fatui, Ambulones, *Feux follets.* Flammen oder Lichter von verſchiedenen Größen, die man nicht weit vom Boden, vornemlich über ſumpfigen Orten, Mooren, Kirchhöfen, Schindangern u. dgl. in der Luft ſchweben und ſich hin und her bewegen ſieht. Bisweilen erſcheinen deren zwey, drey oder noch mehrere zugleich. Am öfterſten werden ſie in den warmen Ländern im Sommer und zu Anfange des Herbſts, gleich nach Sonnenuntergange geſehen. Die gewöhnlichen haben die Größe einer Lichtflamme; die größern heißen Irrwiſche, und ſollen in der Gegend um Bologna, wo ſie überhaupt, wie in verſchiedenen Gegenden von Spanien und Aethiopien, ſehr häufig ſind, bisweilen eine Höhe von 12 Fuß erreichen.

Es iſt ſonderbar, daß wir von den Irrlichtern, deren doch ſo oft gedacht wird, noch keine genauere Beſchreibungen und Unterſuchungen haben. **Dechales** (Mund. mathemat. To. IV.) erzählt zwar, **Robert Fludd** habe ein

Irrlicht verfolgt, zu Boden geſchlagen, und eine ſchleimichte Materie, wie Froſchleich gefunden. **Derham** (Philoſ. Trans. Vol. XXXVI no. 411.) führt an, er ſey auf eines zugegangen, das um eine modernde Diſtel zu hüpfen geſchienen, es ſey aber vor ihm geflohen; und nach **Beccari** und **Hanov** (Phyſica dogmatica. To. II. p. 233.) ſoll ein Irrlicht eine italiäniſche Meile weit vor einem Reiſenden hergegangen ſeyn. Wenn es wahr iſt, was man hieraus gefolgert, und ſo oft nachgeſchrieben hat, daß dieſe Lichter vor dem Verfolger fliehen und dem Fliehenden nachfolgen, ſo läßt es ſich leicht aus der Bewegung der Luft erklären. Man hat auch geſagt, daß ſie vor dem Fluchenden fliehen und ſich dem Betenden nähern. Auch dies würde daraus zu erklären ſeyn, daß jener die Luft mit Heftigkeit von ſich ſtößt, dieſer aber mehr an ſich ziehet. Der Aberglaube macht aus dieſen Lichtern abgeſchiedene Seelen oder böſe Geiſter, welche die Reiſenden irre führen, und ſelbſt einige Phyſiker, z. B. **Cardan** (De varietate rerum L. XIV. c. 69.) und **Sennert** (Epitome natur. ſcient. Amſt. 1651. 12. L. II. c. 2.) ſprechen nicht vernünftiger davon.

Man kan bey dieſem Mangel an guten Beobachtungen nichts weiter, als Muthmaßungen, über die Natur und Urſache der Irrlichter vorbringen. Vielleicht entſtehen ſie, oder einige Arten von ihnen, durch einen bey der Fäulniß erzeugten natürlichen Phoſphorus, ſo wie bekanntlich faule Fiſche, faules Fleiſch, faules Holz u. dgl. im Dunkeln leuchten (*Newtoni* Optic. L. III. qu. 10.).

Vielleicht können leuchtende Inſekten, entweder einzeln oder in ganzen Klumpen, zu Zeiten dergleichen Erſcheinungen nachahmen, ob es gleich unwahrſcheinlich iſt, daß nach **Willoughby**, **Ray** und **Valliſneri** (Opp. To. I. p. 85.) alle Irrlichter von leuchtenden Inſekten herrühren ſollten.

Es iſt auch möglich, daß an dieſem Phänomen die Elektricität zuweilen einigen Antheil haben kan; wenigſtens iſt die Erſcheinung ſelbſt dem St. Elmusfeuer oder elektriſchen Wetterlichte an den Spitzen der Körper (ſ.

Wetterlicht) nicht unähnlich, und unterſcheidet ſich blos durch ihre Beweglichkeit. Eine höchſt merkwürdige hiehergehörige Begebenheit, welche gewiß elektriſch war, erzählt Herr von Trebra (Beyträge zu den elektriſchen Erſcheinungen, im teutſchen Merkur, October 1783.). Am 5ten September 1783 Abends um 10 Uhr erſchien zu Zellerfeld ein Schein einer rothen Gluth am Himmel, der bald ſtärker, bald ſchwächer und bläſſer ward, und nach einigen Minuten wieder aufhörte. Bald darauf ſchoſſen wieder von Abend her matte Flammen, wie beym Nordlichte, nur weit tiefer in der Atmoſphäre, auf, die immer lichter wurden und näher kamen, bis augenblicklich Hrn. v. Tr. ganzes Haus und alles um ihn her völlig hell ward. So flammte es einige Minuten, wie ein ſtehenbleibender Bliz, und zog dann in eine weitere Entfernung von etwa 500 Schritten hin, wo es ſo lange ſtand, daß er es hinlänglich beobachten konnte. Nahe an der Erde war das mehreſte Licht, das ſich ziemlich, wenigſtens bis zum Orangefarbnen, röthete. Sein Umfang mochte etwa 20 Schritte ſeyn, und auf dieſem war alles ſo äußerſt hell, daß man Kleinigkeiten auch in der Entfernung ſehen zu können ſich beredete. Von dieſem Punkte aus ſtralte das immer ſchwächere gelbe, bis endlich, in noch mehr Entfernung von ſeinem Mittelpunkte an der Erde, ganz weiſſe Licht, mit bogenförmiger Erweiterung des Umfangs in die Höhe, und erleuchtete den herumſtehenden dünnen Nebel zwar bis auf eine ziemliche Entfernung von der Erde, aber doch nicht ganz durch: denn oben drüber war wieder düſtre Dunkelheit. So ſtand dieſer lichtflammende Schweif ein Paar Minuten lang, dann rückte er ſchwingend in Abwechſelung mit Dunkel weiter gegen Mittag hin, und zog, nachdem er auch hier einige Minuten geſtanden hatte, in große Entfernung auf den Fleck, wo man ihn zuerſt als ein Zeichen eines entfernten Feuers beobachtet hatte. Hier verſchwand das Meteor, blickte aber nach einer halben Stunde wieder auf, und ſetzte dieſes Spiel bis gegen 1 Uhr Nachts fort. Am Tage vorher war das Barometer ſehr ſtark gefallen, und die Witterung kalt und regnicht geweſen.

Selbſt während der Erſcheinung regnete es, und der Wind gieng mäßig aus Abend. Reimarus (Vom Blitze, §. 100 und 168.) hält die Irrlichter und Irrwiſche darum nicht für elektriſch, weil ihr Licht zu matt ſey: auf das eben beſchriebene Meteor aber läßt ſich dieſer Schluß nicht anwenden.

Volta (Lettere ſull' aria inflammabile nativa delle paludi, Como, 1776. 8.) erklärt die Irrlichter für Erſcheinungen der aus ſumpfigen Orten aufſteigenden brennbaren oder Sumpfluft, welche durch ihre Vermiſchung mit atmoſphäriſcher Luft einer Entzündung fähig wird, und bey vielen Verſuchen, durch den elektriſchen Funken entzündet, eine bläuliche Flamme giebt, welche dem Scheine der Irrlichter ziemlich ähnlich iſt, ſ. Gas, brennbares. Dieſer Erklärung, welche bey vielen Phyſikern Beyfall gefunden hat, ſteht nur das entgegen, daß die Irrlichter blos zu leuchten, nicht wirklich zu brennen ſcheinen, und daß man ſich Blitze oder elektriſche Funken hinzudenken muß, welche die aus den Sümpfen emporſteigenden Ströme von Gas entzünden. Mir bleibt es daher allemal wahrſcheinlicher, daß die gewöhnlichen Irrlichter Wirkungen einer durch die Fäulniß erzeugten phoſphoreſcirenden Materie ſind. Vielleicht werden einſt genauere Beobachtungen dieſes Meteors ſelbſt, und Unterſuchungen über die phoſphoreſcirenden Gasarten (ſ. Gas, phoſphoriſches) mehr Licht über dieſen noch ſehr dunkeln Gegenſtand verbreiten.

Die brennenden Irrwiſche, welche Muſſchenbroek (Introd. ad philoſ. nat. To. II. §. 2508) unter dem Namen Ambulones incendiarii anführt, dergleichen nach dem Tacitus (Annal. L. XIII.) ehedem in der Gegend von Lüttich, und nach neuern Nachrichten in Holſtein, Frankreich und Italien, Häuſer angezündet und Verwüſtungen angerichtet haben ſollen, gehören nicht hieher, und ſind allem Anſehen nach Erdbrände oder Ausbrüche eines unterirdiſchen Feuers geweſen.

van Muſſchenbroek Introd. in philoſ. nat. To. II. §. 2507.
Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre, §. 757.

Irrſterne, ſ. Planeten.
Irrwiſche, ſ. Irrlichter.

Iſochroniſch, Iſochrona, *Iſochrones.* Dieſen Namen giebt man Wirkungen, welche von gleich langer Dauer ſind, oder in gleich langen Zeiten erfolgen. So ſind die Schwingungen eines Pendels **iſochroniſch**, wenn das Pendel ſelbſt einerley Länge behält, und die Bogen, durch die es ſchwingt, gleich groß bleiben. Dieſe Eigenſchaft der Wirkungen oder Erſcheinungen heißt ihr **Iſochroniſmus**.

Unter **iſochroniſch-paracentriſchen Linien** verſteht man in der höhern Mechanik diejenigen Curven, in welchen ein Körper, von einer gegebnen Kraft getrieben, ſich einem gegebnen Punkte in gleichen Zeiten gleich viel nähert, oder von demſelben entfernt. Für die freye Centralbewegung iſt die hyperboliſche Spirallinie eine ſolche Curve, in welcher ein Körper läuft, wenn ſich die Centripetalkraft verkehrt, wie der Würfel der Entfernung vom Mittelpunkte der Kräfte verhält. **Leibnitz** (Act. Erud. Lipſ. 1689. p. 195.) hat die Fragen von dieſen Linien zuerſt in die Mechanik eingeführt, nachdem er ſie ſchon 1687 dem Abt **Catelan**, einem Vertheidiger der carteſianiſchen Phyſik, aufgegeben hatte. Sie heißen auch Curvae acceſſus et receſſus aequabilis, und **Euler** handelt von ihnen im zweyten Theile ſeiner Mechanik (Prop. 28 — 30.).

Iſoliren, Inſulare, Corporibus idioelectricis circumdare, *Iſoler.* Einen Körper **iſoliren**, heißt, ihn mit lauter Nicht-leitern der Elektricität umringen, und von allen leitenden Verbindungen mit dem Erdboden ausſchließen. Da die reine und trockne Luft ein Nicht-leiter iſt, ſo iſt ein in ihr ſchwebender Körper, z. B. eine Pflaumfeder, ſchon an ſich iſolirt. Eine Metallſtange, die in reiner und trockner Luft an ſeidnen Schnüren hängt, auf einem gläſernen Fuße ſteht, u. dgl. iſt iſolirt, weil ſie nichts als Luft und Seide oder Glas, mithin lauter Nichtleiter, berührt. So wird ein Menſch iſolirt, wenn er ſich

auf einen Härz- oder Pechkuchen ſtellet. In feuchter mit Dünſten angefüllter Luft kan man keinen Körper gehörig iſoliren, daher auch in ihr die elektriſchen Verſuche ſehr ſchlecht von ſtatten gehen.

Die Abſicht des Iſolirens iſt, zu verhüten, daß der Körper die Elektricität, die er ſchon hat, oder die man ihm erſt mittheilen will, nicht weiter abgebe, welches geſchehen würde, wenn er mit mehrern Leitern, und durch dieſe mit der Erde zuſammenhienge. Daher muß z. B. der **erſte Leiter** oder Hauptconductor, in welchem man die durch eine Maſchine erregte Elektricität ſammeln will, jederzeit iſolirt ſeyn. Wenn man einem Menſchen, z. B. einem Kranken, Elektricität mittheilen will, ſo muß man ihn vorher iſoliren.

Zu mehrerer Bequemlichkeit beym Iſoliren dienen die **iſolirenden Stative** oder **Seſſel** (Inſulatoria, *Iſoloirs*). Dazu gebraucht man Fußbrete mit Glasfüßen, Pech- oder Harzkuchen (*gâteaux électriques*), Stative, welche auf Glasſäulen oder Siegellackſtangen ſtehen, Seſſel von gedörrtem und in heißem Oel getränktem Holz u. dgl. Im Nothfall kan das erſte beſte, was zur Hand iſt, z. B. eine Trinkglas, ein Porcellantaſſe u. dgl. zum Iſoliren der darauf geſtellten Körper dienen. Die Hauptleiter der Elektirſirmaſchinen werden gewöhnlich auf Glasfüße geſtellt, oder in ſeidnen Schnüren aufgehangen. Um Menſchen zu iſoliren, ließ **Nollet** auch Schuhe von gedörrtem und in Oel geſottenem Holze anziehen, welche dazu ſehr gute Dienſte thaten. Alle dieſe zum Iſoliren beſtimmten Geräthſchaften müſſen ſehr trocken gehalten werden, weil alle anhängende Feuchtigkeit leitet, und daher ihrer Abſicht entgegen iſt. Man thut alſo wohl, wenn man die gläſernen Theile des Apparats mit einer Siegellackauflöſung in Weingeiſt beſtreicht, wodurch ſie ſich nicht nur rein und trocken erhalten, ſondern zugleich ein gutes Anſehen bekommen.

Gewiſſe Abſichten bey den elektriſchen Verſuchen erfordern, daß man nicht iſolire, oder daß die Iſolirung, wenn ſie ſchon veranſtaltet iſt, wieder aufgehoben werde. Eine

Flaſche z. B., welche man laden will, darf nicht iſolirt ſeyn. Wenn eine Glasmaſchine den Conductur ſtark poſitiv elektriſiren ſoll, ſo darf das Kiſſen nicht iſolirt ſeyn, u. ſ. w. Um nun eine vorher veranſtaltete Iſolirung ſogleich aufzuheben, darf man nur eine metallne Kette von dünnem Drath um den Körper ſchlingen, und ihr Ende auf den Fußboden fallen laſſen. So wird der Körper durch eine leitende Verbindung mit dem Fußboden, welcher ſtets Feuchtigkeit genug hat, und durch dieſen mit den übrigen Theilen des Gebäudes und mit der Erde ſelbſt, verbunden. Um die Iſolirung wieder herzuſtellen, iſt nichts weiter nöthig, als die Kette entweder ganz abzunehmen, oder nur zu verhindern, daß ihr Ende den Boden und andere Leiter nicht mehr berühre.

Julianiſches Jahr, ſ. **Jahr**.

Julianiſcher Kalender, ſ. **Kalender**.

Julianiſche Periode, ſ. **Periode**.

Jupiter, Iupiter, *Iupiter*. Dieſen Namen führt einer von den ſechs Sternen, welche ihren Stand unter den Fixſternen täglich verändern, und deswegen Irrſterne oder Planeten heißen, ſ. **Planeten**. Jupiter iſt unter dieſen Sternen, nächſt der Venus, der hellſte und glänzendſte, ſcheint mit einem weißen lebhaften Lichte, und fällt beſonders, wenn er der Sonne gegenüber ſteht, und um Mitternacht durch den Mittagskreis geht, wegen ſeiner Größe und ſeines Glanzes ſehr prächtig in die Augen. Unter den Fixſternen rückt er, wie alle übrige Planeten, von Abend gegen Morgen ſo fort, daß er, wenn er bey der Sonne ſteht, am ſchnellſten forteilt, wenn er aber derſelben faſt gegenüber geſehen wird, ſtill ſteht, und endlich über 100 Tage lang zurückgeht. Mit dieſen Abwechſelungen ſeines ſcheinbaren Laufs vollendet er endlich den Umlauf um den ganzen Himmel ohngefähr in zwölf Jahren. Von dieſem ſcheinbaren Umlaufe aber iſt ſeine wahre Bewegung ſehr weit unterſchieden.

Nach dem, was die theoriſche Aſtronomie von dem Laufe der Himmelskörper lehrt, iſt **Jupiter** einer von den

obern Planeten, welche von der Sonne weiter, als die Erde, entfernt ſind, und deren Bahnen die Erdbahn umſchließen. Er iſt in der Ordnung, von der Sonne ausgerechnet, der fünfte Planet, und ſeine Bahn fällt zwiſchen die Bahnen des Mars und Saturs. Sie iſt, wie alle Planetenbahnen, elliptiſch, und ihre Ebne macht mit der Ebne der Erdbahn einen Winkel von 1° 19′ 26″.

Die Eccenrricität der Jupitersbahn iſt indeß nicht ſehr beträchtlich. Sein größter Abſtand von der Sonne verhält ſich zum kleinſten etwa, wie 11 zu 10. In ſeinem mittlern Abſtande iſt er von der Sonne 5,201 mal weiter, als die Erde, entfernt. Will man alſo mit ohngefähren Vorſtellungeu zufrieden ſeyn, ſo kan man die Bahn des Jupiters als einen Kreis anſehen, deſſen Halbmeſſer fünfmal größer iſt, als der Halbmeſſer der Erdbahn.

Dieſe Bahn durchläuft der Planet in 4330 Tagen, 8 Stunden, 58 Min. 27 Sec. oder in ohngefähr 11 Jahren 315⅓ Tagen, ſo, daß er im Durchſchnitt genommen, jährlich 30° 20′ 31″ und täglich 4′ 59″ 16‴ ſeines Kreiſes zurücklegt. Nimmt man hiezu die Größe dieſes Kreiſes, ſo läßt ſich berechnen, daß er in jeder Zeitſecunde 3 Stunden Weges durchläuft.

Aus den Bewegungen ſeiner Flecken oder Streifen hat Caſſini geſchloſſen, daß er ſich binnen 9 Stunden 56 Min. um ſeine Axe drehet, wobey ſein Aequator mit der Ebne ſeiner Bahn um die Sonne einen Winkel von 3° macht. Dieſe ſchnelle Umdrehung bey ſeiner beträchtlichen Größe, wobey jeder Punkt ſeines Aequators in einer Zeitſecunde 6550 Toiſen durchläuft, hat ihm eine ſtarke Abplattung gegeben, welche durch gute Fernröhre in die Augen fällt. Aus Short's Beobachtungen giebt de la Lande (Aſtr. L. XX. 3221.) das Verhältniß der Axe zum Durchmeſſer des Aequators, wie 13:14 an.

Sein ſcheinbarer Durchmeſſer beträgt in der Erdnähe, wenn er der Sonne gegenüber ſteht, 49″ in den mittlern Weiten aber nur etwa 37″. In derjenigen Entfernung, in welcher ſich die Erde von der Sonne befindet, würde er 5,20mal größer, d.i. 3′ 13″,7 groß, erſcheinen. In eben dieſer Wei-

te aber erſcheint der Durchmeſſer der Sonne 31′57, d. i. faſt 10mal größer. Man kan hieraus ſchließen, daß Jupiter im Durchmeſſer faſt 10mal kleiner, als die Sonne, mithin ohngefehr $11\frac{1}{3}$mal größer, als die Erde ſey.

Sein körperlicher Raum iſt demnach 1479mal ſo groß, als der Inbegrif der Erdkugel. Aus Schlüſſen, deren Grund bey dem Worte: **Gravitation** erklärt worden iſt, findet man, daß die Körper in gleicher Entfernung 340mal ſtärker gegen den Jupiter gravitiren, als gegen die Erde, und daß er alſo 340mal mehr Maſſe, als letztere, hat. Mithin iſt ſeine Dichte nur $\frac{340}{1479}$ oder etwa $\frac{21}{100}$ von der Dichtigkeit der Erde, und die ſchweren Körper fallen auf ſeiner Oberfläche in einer Secunde durch $\frac{340}{11,25^2}$. 15 d. i. ohngefähr durch 40 Fuß.

Wenn man den mittlern Abſtand der Erde von der Sonne (welcher etwa 12000 Erddurchmeſſer beträgt) in 1000 Theile theilt, ſo iſt Jupiter in der Sonnennähe um 4950, und in der Sonnenferne um 5452 ſolcher Theile von der Sonne entfernt. Sein kleinſter Abſtand von uns findet ſtatt, wenn er der Sonne entgegengeſetzt, zugleich in der Sonnennähe, die Erde aber in der Sonnenferne iſt; alsdann beträgt dieſer Abſtand 4950 — 1017 = 3933 ſolcher Theile. Sein größter Abſtand hingegen iſt, wenn er bey der Sonne geſehen wird, und in der Sonnenferne, die Erde aber auch in der Sonnenferne iſt; dieſer Abſtand beträgt 5452 + 1017 = 6469 Theile, wovon jeder 12 Erddurchmeſſer enthält. Jupiters kleinſter Abſtand von uns verhält ſich alſo zum größten faſt wie 40 : 65, d. i. wie 8 zu 13, daher auch ſein Durchmeſſer bald größer, bald kleiner ſcheint.

Sein mittlerer Abſtand macht 5201 Theile, oder 62412 Erddurchmeſſer aus.

Da Jupiter von außen um die Erdbahn umläuft, alſo nie zwiſchen die Sonne und Erde kömmt, auch allezeit viel weiter von uns abſteht, als die Sonne, ſo wendet er niemals einen Theil ſeiner dunkeln Seite gegen uns, und man kan an ſeiner Scheibe kein Ab- und Zunehmen bemerken.

Dennoch beweiſen andere Erſcheinungen, z. B. die Verfinſterungen ſeiner Monden, deutlich, daß er an ſich ein dunkler Körper ſey, und blos von der Sonne erleuchtet werde.

Den Jupiter begleiten vier kleine um ihn laufende Sterne, welche ſeine **Trabanten** (Satellites Jovis) oder **Monden** genannt werden, ſ. **Nebenplaneten**.

Die Fernröhre zeigen auf der Oberfläche dieſes Planeten **Streifen** oder **Banden** (Faſcias) von veränderlicher Geſtalt und Lage. Sie ſind mehrentheils mit einander, und mit dem Aequator der Umdrehung gleichlaufend. Ihre Anzahl iſt unbeſtimmt; man hat ihrer zuweilen acht, zuweilen nur einen einzigen geſehen. Gewöhnlich zeigen ſich drey Streifen, wovon der eine, den man immer ſieht, etwas breiter iſt, als die übrigen. Dieſer Streif geht durch die nördliche Helfte der Jupitersſcheibe, ganz nahe am Durchmeſſer hin. Die Veränderungen dieſer Streifen ſind vornämlich von **Caſſini** und **Maraldi** (Anciens mémoires de l'Acad. des Sc. To. II. p. 104. To. X. p. 1. 513. 707. Mém. de l'Acad. 1699, 1708, 1714.) ſehr ſorgfältig beobachtet worden. Neuerlich hat ſie Herr Oberamtmann **Schröter** in Lilienthal bey Bremen (Beyträge zu den neuſten aſtronom. Entdeckungen, herausg. von **Bode**, Berlin, 1788. 8.) durch ein 7füßiges Herſchelſches Teleſkop mit 140--210 facher Vergrößerung beobachtet. Er hält ſie für abwechſelnde Verdickungen und Aufheiterungen in der Atmoſphäre des Jupiters, welche ſich aus einem beſtändigen Zuge in derſelben erklären laſſen. Ihre Umdrehungsperiode iſt veränderlich, und fällt zwiſchen die Grenzen von 7 St. 7 Min. und 9 St. 56 Min. Sie verändern alſo ihre Stellung gegen die Oberfläche des Jupiters, und gehen ſchneller fort, wenn der erwähnte Zug in ſeiner Atmoſphäre ſtärker iſt. Außer dieſen Streifen ſieht man auch dunkle und helle Flecken auf der Scheibe des Jupiters.

Die Aſtronomen bezeichnen dieſen Planeten mit ♃.

Bode kurzgefaßte Erläuterung der Sternkunde ꝛc. Berlin, 1778. 8. an mehreren Stellen.

Jupitersmonden, ſ. Nebenplaneten.

K.

Kälte, Frigus, *Froid.* Kälte nennen wir einen geringen Grad der freyen oder fühlbaren Wärme, oder auch die Empfindung, welche in uns entſteht, wenn wir Körper berühren, die weniger ſolche Wärme enthalten, als unſer eigner Körper, und die daher den letztern etwas von ſeiner Wärme entziehen, ſ. **Wärme.** Es ergiebt ſich hieraus, daß der Begrif von Kälte blos relativ ſey, und daß wir einen Körper nur in Vergleichung mit andern wärmern **kalt** nennen. So iſt das Eis in unſern Ländern kalt in Vergleichung mit dem noch flüßigen Waſſer oder mit der Temperatur des menſchlichen Körpers: hingegen iſt es warm in Vergleichung mit dem Eiſe der Polarländer. So ſcheint uns oft die Luft nach ſchwülen Sommertagen durch ein Gewitter ſehr abgekühlt, ob ſie gleich noch eine Temperatur hat, die wir ſehr warm finden würden, wenn wir ſie mitten im Winter fühlten.

Da wir die Urſache der Wärme in einer eignen Materie ſuchen, ſ. **Feuer**, ſo iſt es ſehr natürlich, die Kälte für eine Wirkung des Mangels und der Entziehung dieſer Materie oder der vorher wirkſamen fühlbaren Wärme zu erklären. Hieraus laſſen ſich auch alle Erſcheinungen begreiflich machen, ohne daß man nöthig hat, mit der Schule des **Gaſſendi** die Kälte für etwas Poſitives anzunehmen, und von einer eignen **kaltmachenden Materie** herzuleiten, von deren Daſeyn wir keine Erfahrung haben, und die man, wenn ſie zu Erklärung des Gefrierens unentbehrlich wäre, eben ſowohl auch zu Erklärung des Erhärtens geſchmolzner Metalle nöthig haben müßte.

Die gänzliche Beraubung aller Wärme würde Körper in einen Zuſtand verſetzen, den man die **abſolute Kälte** nennen könnte. In der Natur iſt ein ſolcher Zuſtand nicht anzutreffen, weil die immer vorhandene freye Wärme ſich durch alle Körper mit einer gewiſſen Gleichförmigkeit zu verbreiten ſtrebt, ſ. **Wärme.**

Die Wirkungen der Kälte ſind den Wirkungen der Wärme entgegengeſetzt. So, wie dieſe die Körper aus-

dehnt, und bey einem beſtimmten Grade ihrer Stärke in den flüßigen Zuſtand verſetzt; ſo bewirkt dagegen die Kälte Zuſammenziehung des Volumens, und verwandelt flüßige Körper in feſte Maſſen, ſ. **Thermometer, Gefrierung.** Feſte Körper, ſelbſt die härteſten, z. B. Metalle, Steine, ſogar der Diamant, werden durch die Kälte in einen engern Raum zuſammengezogen. Dem Waſſer und vielen andern Liquören widerfährt eben dieſes, bis zu dem Punkte ihrer Gefrierung; ſobald ſie aber dieſem nahe kommen, weichen ſie auf einmal von der Regel ab, und dehnen ſich, indem ſie feſt werden, ſehr merklich aus. Dieſe Ausdehnung aber ſcheint mehr eine Folge gewiſſer begleitenden Umſtände, als eine unmittelbare Wirkung der Kälte zu ſeyn, ſ. **Gefrierung** Oele, Fettigkeiten, Wachs und geſchmolzene Metalle werden durch die Kälte, ſelbſt beym Geſtehen, noch zuſammen gezogen: nur das Eiſen macht eine Ausnahme, indem es ſich während ſeines Ueberganges aus dem flüßigen Zuſtand in den feſten ausdehnet, welches auch der Schwefel und das rohe Spießglas thun, dagegen ſich das Queckſilber beym Gefrieren auf einmal ungemein ſtark zuſammenzieht.

Die Dämpfe, oder die vom Feuer aufgelößten flüßigen Materien, werden durch die Kälte oder Entziehung des Feuers verdichtet, und in ihrer vorigen tropfbaren Form niedergeſchlagen, in welcher ſie auch, wenn die Kälte dazu hinreichend iſt, gefrieren: die Gasarten hingegen werden durch die Kälte zwar in engere Räume zuſammen gezogen, nie aber ihrer elaſtiſchen Form beraubt, und eben dies iſt das Hauptkennzeichen, wodurch ſich dieſe beſtändig elaſtiſchen Materien von den Dämpfen unterſcheiden.

Kälte wird, der oben gegebnen Erklärung gemäß, durch jede Verminderung der freyen Wärme hervorgebracht, es mag nun dieſe Verminderung durch Abweſenheit oder Schwächung der Wärme erregenden Urſachen, oder durch Bindung der freyen Wärme, oder endlich durch Mittheilung derſelben an andere Körper entſtehen. So macht die Abweſenheit oder das ſchiefere Auffallen der Sonnenſtralen die Luft und die Erde in der Nacht kälter, als am Tage,

im Winter kälter, als im Sommer; ſo entſteht durch Bindung oder Verwendung freyer Wärme eine oft ſehr beträchtliche Kälte bey gewiſſen Auflöſungen, Ausdünſtungen u. dgl.; ſo wird durch Mittheilung ſeiner Wärme ein Körper abgekühlt, wenn ihn andere kältere berühren oder umgeben. Durch dieſe Mittel entſteht Kälte entweder ohne Zuthun der Menſchen, oder durch gefliſſentliche Veranſtaltungen; worauf die Eintheilung der Kälte in **natürliche** und **künſtliche** beruht. Da von der letztern der folgende Artikel handeln wird, ſo iſt hier nur noch etwas weniges von der natürlichen Kälte hinzuzuſetzen.

Viele Länder und Gegenden ſind ihrer Lage wegen weit kälter als andere, die mit ihnen unter einerley geographiſcher Breite liegen, und alſo den Sonnenſtralen in gleichem Maaße ausgeſetzt ſind. Ueberhaupt iſt ein Ort deſto kälter, je höher er über der Meeresfläche liegt; daher denn ſelbſt in Peru, mitten in der heißen Zone, die Gipfel vieler Berge mit beſtändigem Schnee und Eis bedeckt bleiben. Man erklärte ſonſt dieſe kältere Temperatur hoher Orte daraus, daß ſich die dünnere Luft daſelbſt nicht ſtark erwärmen ließe, und daß der größte Theil der Wärme von den von der Erdfläche zurückgeworfenen Sonnenſtralen herrührte, welche die höhern Gegenden des Luftkreiſes nur in geringer Menge erreichten. Aber Herr **de Lüc** (Briefe über die Geſch. der Erde, Th. II. S. 491. u. f.) zeigt aus Beobachtungen des Herrn **Pictet** in Genf, daß die Wärme des Erdbodens, und die Reflexion der Sonnenſtralen ſehr wenig Einfluß auf die Wärme der Luft haben, daß vielmehr die Einwirkung der Sonnenſtralen auf die Luft nicht allein von der Dichte der Luft, ſondern auch von der Natur der Luftſchichten und von der Menge der Feuermaterie, die ſie enthalten, abhänge; weil z. B. die untere Luft, wenn ſie viel Dünſte in ſich hält, ſich unter gleichen Umſtänden ſtärker erwärmen läßt, als wenn ſie rein iſt. Dennoch leitet **Kirwan** (An Eſtimate of the temperature of different latitudes. London, 1787. 8.) den größten Theil der Wärme des Luftkreiſes von der Berührung und Mittheilung des Erdbodens her, wobey die Kälte auf den Bergen

deſto begreiflicher wird, da die Sonne jede Seite der Berge nur wenige Stunden lang und mit ſehr ſchief auffallenden Stralen beſcheint, auch die hervorgebrachte Wärme ſich an den Bergſpitzen, welche von allen Seiten her mit Luft umringt ſind, weit ſchneller, als im platten Lande, zerſtreut. Starke und weit ausgebreitete Waldungen machen die Länder vorzüglich kalt, weil das Eis wegen der vielen Schatten ſpäter aufthauet. Auch die Winde haben einen merklichen Einfluß auf die Kälte der Luft, wenn ſie, wie bey uns die Nordwinde, Luft aus kältern Erdſtrichen in unſere Gegenden überführen.

Die ſtärkſten Grade der Kälte in unſern Ländern erſtrecken ſich nicht ſehr weit unter die Null des fahrenheitiſchen Thermometers (— 15 Grad nach Reaumür). In dem ſehr harten Winter des Jahres 1740 war der tiefſte Stand des Thermometers zu Wittenberg — 10 Grad, und zu Danzig — 12 $\frac{2}{7}$ Gr. nach Fahrenheit. Weit ſtärkere Grade der Kälte findet man in Sibirien zum Theil an Orten, deren geographiſche Breite nicht viel größer iſt, als die für unſere Länder. Folgende Beyſpiele hievon ſind aus der in Erxlebens Anfangsgründen der Naturlehre §. 761 befindlichen Tabelle genommen.

Ort	Nördl. Breite		Zeit der Beob.		Fahrenh. Grade
KirinskoiOſtrog in Sibirien -	57° 47′	—	1737, 8 Dec.	—	112
— —	—	—	1738, 20 Jan.	—	118
Torneå in Lappland —	65° 51′	—	1737 —	—	42 $\frac{2}{7}$
— —	—	—	1760 5 Jan.	—	130
Tomsk in Sibirien —	—	—	1735. —	—	138 $\frac{1}{2}$
Kirenga —	—	—	1738. —	—	150
Yeniſeiſk —	—	—	1735, 16 Jan.	—	157

Ich kan jedoch nicht umhin, zu bemerken, daß faſt alle dieſe Beobachtungen verdächtig ſind, weil ſie den neuſten Entdeckungen zufolge den wahren Gefrierpunkt des

Queckſilbers überſteigen, wobey dieſes Metall aufhört ein richtiges Maaß für die Unterſchiede der Temperatur zu ſeyn, und weit ſtärker zuſammen gezogen wird, als ſeinem regelmäßigen Gange nach geſchehen ſollte, ſ. **Gefrierung.** Nach **Hutchins** Beobachtungen in der Hudſonsbay ſank das Weingeiſtthermometer nie unter — 46°, wenn auch die Queckſilberthermometer — 300 bis faſt — 500° zeigten.

Man wird übrigens noch vieles hieher gehörige unter den Artikeln: **Eis, Froſt, Gefrierung, Klima, Wärme,** antreffen.

Kälte, künſtliche, Frigus artificiale, factitium, *Froid artificiel.* Man kan zwar dieſen Namen einer jeden durch Menſchen veranſtalteten Abkühlung oder Entziehung der Wärme beylegen: er wird aber insgemein nur von denjenigen Erkältungen gebraucht, die man durch Auflöſungen oder Vermiſchungen gewiſſer Subſtanzen, ingleichen durch Ausdünſtung, hervorbringt.

Wenn man Kochſalz, Salpeter oder Salmiak in einer hinreichenden Menge Waſſer auflöſet, ſo wird das Gemiſch während der Auflöſung merklich kälter, und ein hineingeſetztes Thermometer ſinkt bis unter den Gefrierpunkt, wenn das Waſſer ſchon vorher kalt genug war. Nach **Reaumür's** Verſuchen (Mém. de l'acad. roy. des ſc. 1734.) erkältete ein Pfund Salz in 3 - 4 Pinten Waſſer geſchüttet, das letztere um 4 - 6 reaumüriſche Grade. Die Auflöſung ſelbſt gefrieret nicht, wenn gleich ihre Temperatur unter dem Eispunkte ſteht: ſetzt man aber ein gläſernes Gefäß mit reinem Waſſer in dieſelbe, ſo kan man letzteres, wenn es ſchon an ſich kalt iſt, gar leicht zum Gefrieren bringen. Dieſe Kälte aber verliert ſich wieder, wenn das Salz völlig aufgelößt iſt.

Weit ſtärker iſt die Wirkung, wenn man dieſe Salze mit Schnee oder geſchabtem Eiſe vermiſchet. Dabey zerſchmelzt zwar das Eis zu Waſſer, worinn ſich das Salz auflößt, es entſteht aber zugleich eine ſo beträchtliche Erkältung, daß man auf dieſe Art das in die Miſchung geſetzte reine Waſſer, ſelbſt im Sommer, und ſogar über dem

Feuer, in Eis verwandeln kan. Dieſe Erſcheinungen ſind ſchon von Boyle unterſucht, und mit vielen Erfahrungen beſtätiget worden. Nach Reaumür brachten 2 Theile Kochſalz mit 4 Theilen geſchabten Eiſes, ſelbſt in den wärmſten Tagen, das Weingeiſtthermometer auf — 15°; Salmiak und Salpeter auf — 13° und — 11°, Steinſalz (Sal gemmae) und Potaſche auf 17°. Fahrenheit nahm die durch Schnee und Salmiak hervorgebrachte Kälte zum feſten Punkte ſeines Thermometers an. Aber auch dieſe Kälte dauert nur ſo lang, als die Auflöſung währet.

Die höchſten Grade der künſtlichen Kälte werden hervorgebracht, wenn man Eis oder Schnee mit den aus den Salzen gezognen ſauren Geiſtern vermiſcht. Salpetergeiſt, der ſchon bis zum Eispunkte erkältet iſt, auf doppelt ſoviel (dem Gewichte nach) Eis oder Schnee gegoſſen, treibt das Thermometer ſehr ſchnell auf — 19°. Erkältet man aber die zu miſchenden Materien vorher ſtärker, ſo werden ſie bey der Vermiſchung ſelbſt eine noch weit größere Erkältung bewirken. Durch dieſes Mittel trieb Fahrenheit die künſtliche Kälte bis zu — 40° ſeines Thermometers (ſ. *Boerhave* Elem. Chym. de igne, Exp. IV. Coroll. 3.), und die petersburgiſchen Akademiſten bedienten ſich deſſelben zu Hervorbringung der Kälte, bey welcher ſie das Queckſilber zuerſt gefrieren ſahen. Nach den neueſten hierüber angeſtellten Verſuchen (An account of experiments made by Mr. *Iohn M' Nab* at Henley-Houſe, Hudſons-Bay relating to freezing mixtures, by *Henry Cavendiſh.* London, 1786. 4.) bewirkt die Vitriolſäure die größte Kälte; nächſtdem der rauchende Salpetergeiſt, gemeines Kochſalz und Salmiak; der reine Salpeter aber im geringſte Grade. Wird der Schnee der concentrirteſten Salpeterſäure ſehr allmählig beygemiſcht, ſo entſteht anfänglich allemal eine Wärme, ehe die Kälte erfolgt. Eine diluirte Salpeterſäure aber giebt, auch allmählig mit dem Schnee verbunden, ſogleich Kälte.

Auch geiſtige Liquoren ſchmelzen Eis und Schnee, wenn ſie darauf gegoſſen werden, und erzeugen dabey eine künſtliche Kälte. Eben dies thun die flüchtig alkaliſchen, z. B.

der Salmiakgeiſt ꝛc. Die Oele ſchmelzen zwar das Eis; aber da ſie ſich nicht mit dem daraus entſtehenden Waſſer vermiſchen, ſo erzeugen ſie auch dabey keine neue Kälte. Hierüber haben ſchon **Geoffroy** (Mém. de l'acad. des Sc. 1727. 1728.) und **Muſſchenbroek** (Experimenta varia circa mixturas cum aqua, ſpiritu vini, aqua forti etc. inſtituta, in den Tentam. Acad. del Cimento, Lugd. Bat. 1731. 4.) viele Verſuche bekannt gemacht. Auch Auflöſungen von Laugenſalzen in Säuren, z. B. von 2 Theilen Salmiak in 3 Theilen Vitriolſäure, geben Kälte. Es brauſet zwar die Miſchung auf, und ſendet warme Dämpfe aus, in denen das Thermometer um einige Grade ſteigt. Setzt man aber die Kugel des Thermometers in die brauſende Miſchung selbſt, ſo fällt es faſt um eben ſo viel Grade tiefer.

Die Grundlage zu allen Verſuchen dieſer Art gab **Boyle**'s vortrefliche Schrift über die Kälte (Hiſt. experimentalis de Frigore. Lond. 1665. 4.), worinn er ſchon die Wirkungen der Salze und ſauren Geiſter beym Schmelzen des Eiſes nnd Schnees bekannt machte. Bald darauf zeigte er in einer andern Schrift (A new frigorific experiment etc. in Philoſ. Trans. no. 15), daß ſich auch durch bloße Auflöſung des Salmiaks im Waſſer eine ſehr beträchtliche Kälte hervorbringen laſſe. **Fahrenheit** erfand 1729 die Methode, nach einer ſchon vorhergegangenen Erkältung des geſtoßenen Eiſes durch neuen hinzugegoßnen Salpetergeiſt die Kälte noch mehr zu verſtärken; **Reaumür** beſtimmmte endlich die hervorgebrachten Grade der Kälte selbſt, wozu es Boyle'n nur an einer beſtimmten Eintheilung des Thermometers gefehlt hatte.

Man hat zu Erklärung dieſer Phänomene nicht nöthig, mit **Ramazzini**, **Muſſchenbroek**, **Richmann** u. a. eine kaltmachende Materie in den Salzen anzunehmen, da ſich alles aus mehreren andern Vorſtellungsarten herleiten läßt. Die Entſtehung der Kälte rührt offenbar von der Auflöſung her. Iſt das Eis und Salz ſo trocken, daß bey der Miſchung nicht Feuchtigkeit genung vorhanden iſt, um das Salz aufzulöſen, ſo entſteht auch keine größere

Kälte; nimmt man aber ſtatt des trocknen Salzes Salzgeiſt, ſo erhält man die Kälte augenblicklich. Auch dauert dieſelbe nur ſo lang, als Auflöſung vorgeht; iſt dieſe vorüber, ſo nimmt das Gemiſch allmählig die Temperatur der Luft wieder an. Aus dieſem Grunde ſagen diejenigen, welche die Wärme blos für eine ſchwingende Bewegung halten, es werde dieſe Bewegung durch die Auflöſungen der Salze geſchwächt; andere erklären die Sache ſo, daß die Auflöſung, bey welcher ſich die vermiſchten Materien aufs innigſte durchdringen, einen Theil des Elementarfeuers aus dem Waſſer treibe, daher auch die Luft um eine ſolche Auflöſung wärmer, als vorher, werde. Da aber bey weitem nicht alle Auflöſungen Kälte erregen, ſo iſt wohl folgende Erklärung die natürlichſte und wahrſcheinlichſte.

Bey gewiſſen Auflöſungen, beſonders ſolchen, welche mit einer Schmelzung des Eiſes oder Schnees begleitet ſind, wird zu Bewirkung der Auflöſung und zum Flüßigwerden der vorher feſten Körper, ein Theil Feuermaterie oder Wärme erfordert. Dieſer kan, ſo lang er hierauf verwendet wird, natürlich nichts weiter bewirken; folglich wird mehr Wärme **gebunden**, oder es entſteht ein größerer Mangel an wirkſamem Feuer, an **freyer Wärme**, welcher Mangel nichts anders, als **Kälte** ſelbſt, iſt. Es entſteht dadurch gleichſam ein feuerleerer Raum, der ſich mit dem Feuer des Gefäßes und der benachbarten Körper anfüllet, und dadurch das Fallen des Thermometers und die Empfindung der Kälte in der Hand bewirkt. Geſchieht dieſer Uebergang plötzlich, ſo kan dadurch ſelbſt dem Queckſilber mehr Feuer entzogen werden, als es nöthig hat, um im flüßigen Zuſtande zu bleiben, zumal, wenn es ſchon vorher, wie bey kalter Witterung, einen großen Theil ſeines Feuerweſens verloren hätte. Dagegen giebt es andere Auflöſungen, bey welchen Hitze entſteht, wenn nämlich das Gemiſch nicht mehr ſo viel Feuer binden kan, als die vermiſchten Materien enthalten. Alles dieſes beruht auf der verſchiedenen Verwandſchaft der Körper mit dem Feuer; daher es auch nicht befremden kan, daß z. B. Salpetergeiſt mit Waſſer vermiſcht, eine Wärme, hingegen, mit Schnee

vermiſcht, Kälte hervorbringt.

Ein anderes Mittel, künſtliche Kälte zu erzeugen, iſt die **Ausdünſtung**, zu deren Bewirkung ebenfalls Wärme, die vorher frey war, verwendet wird, ſ. **Ausdünſtung** (dieſes Wörterb. Th. I. S. 212.), **Erkalten**. Ein Thermometer, in Waſſer eingetaucht und dann der freyen Luft ausgeſetzt, fällt ſo lange, bis das Waſſer ganz abgedunſtet iſt. **Richmann** (Tentamen explicandi phaenomenon paradoxum, ſcilicet thermometro mercuriali ex aqua extracto mercurium in aëre aqua calidiori deſcendere et oſtendere temperiem minus calidam, ac aëris ambientis eſt, in Nov. Comm. Petrop. To. I. p. 290.) ſchreibt das erwähnte Phänomen den in der Luft ſchwebenden kaltmachenden Theilen zu, welche von dem an der Kugel des Thermometers hängenden Waſſerhäutchen angezogen würden, und **von Mairan** (Diſſ. ſur la glace, P. II. Sect. 2. cap. 8. 9.) ſucht es von der Bewegung dieſes Waſſerhäutchens durch die Luft herzuleiten. **Cullen** (Von der Kälte, die durchs Ausdünſten flüßiger Sachen verurſacht worden, in den neuen Edinburgiſchen Verſ. Th. II. 1755.) iſt der erſte, der hiebey die Ausdünſtung geſehen hat; **Baume** (Sur le refroidiſſement que les liqueurs produiſent en s'evaporant in Mém. preſentés, To. V. p. 405 et 425.) und **Cavallo** (Experiments relating to the cold produced by evaporation of various fluids in Phil. Trans. Vol. LXXI. P. II.) haben hierüber die beſten Verſuche angeſtellt. Das Eintauchen in Vitriolaether, welcher an der Luft ſehr ſchnell verdünſtet, thut hiebey die ſchnellſte und ſtärkſte Wirkung. **Cavallo** brachte durch dieſes Mittel, mitten im Sommer, da das fahrenheitiſche Thermometer auf 64 Grad ſtand, daſſelbe in 2 Minuten bis auf 3 Grad, d. i. 29 Grad unter den Eispunkt herab. Bey dieſen Verſuchen war es ein höchſt merkwürdiger Umſtand, daß das Waſſer in einem auf dieſe Art behandelten Gefäß im Sommer oft erſt fror, wenn das in ſelbigem ſtehende Thermometer ſchon 15 Grad unter dem Eispunkte ſtand, im Winter hingegen ſchon bey 2 Graden darunter. Vielleicht kan bey einer ſo plötzlichen Erkältung derjenige Theil

der Wärme, der die Flüßigkeit bewirkt, nicht ſo ſchnell von dem Körper losgemacht werden, daher die zu Bewirkung der Ausdünſtung nöthige Wärme dem Queckſilber des Thermometers in ſtärkerm Maaße, als dem Waſſer, worinn jenes ſtehet, entzogen wird.

Nach **Braun** (Nov. Comm. Petrop. To. X. überſ. im neuern Hamburgiſchen Magazin, B. IV. S. 369. u. f.) und **Achard** (Beſchäftigungen der Berliner naturforſch. Geſellſchaft. B. 1. S. 112. u f.) iſt die Erkältung des Thermometers deſto größer, je geſchwinder die Verdünſtung iſt; in Oele und ſaure Spiritus getaucht, zeigt das Thermometer gar keine Erkältung, und in die letztern, wenn ſie ſtark ſind, vorzüglich in Vitrioloel, getaucht, fängt es in der Luft ſogar an zu ſteigen, weil dieſe Spiritus die Feuchtigkeit aus der Luft an ſich ziehen, und ſich damit erhitzen.

Unter der Glocke der Luftpumpe fällt das Thermometer, wenn man die Luft auszieht, um 2-3 Grad, kömmt aber bald wieder auf die Temperatur der Atmoſphäre zurück, und ſteigt, wenn man die äußere Luft wieder hinzuläßt, noch um 2-3 Grade höher. Setzt man unter die Glocke ein Gefäß mit Weingeiſt, und ſenkt die Kugel des Thermometers in denſelben ein, ſo fällt das Queckſilber beym Ausziehen der Luft um einige Grade, vorzüglich, wenn viel Luft aus dem Weingeiſte geht; wenn man alsdann das Thermometer heraus und in den obern Theil der Glocke aufzieht, ſo fällt es ſehr ſchnell um 8-9 Grade, offenbar darum, weil in der äußerſt verdünnten Luft die Ausdünſtung ſehr ſchnell und ſtark von ſtatten geht. Hieher gehört auch der im erſten Theile dieſes Wörterbuchs (S. 213.) erwähnte Verſuch des D. **Franklin.**

Das Anblaſen friſcher Luft befördert die Ausdünſtung, und vermehrt die dadurch erzeugte Kälte; daher ſich Herr **Achard** bey ſeinen neuſten Verſuchen über das Gefrieren des Queckſilbers nicht blos einer Kälte erregenden Miſchung bedient, ſondern auch die Wirkung derſelben durch die Ausdünſtung des Vitriolaethers verſtärkt, und durch beſtändiges Blaſen mit einem Blaſebalge befördert hat.

Erxleben Anfangsgr. der Naturl. durch Lichtenberg. Vierte Aufl. § 493, 494 ꝛ.

Briſſon Dict. raiſonné de Phyſique, Art. *Refroidiſſement.*

Kalender, Calendarium, *Calendrier.* Eine durch die geſetzgebende Gewalt eingeführte Abtheilung der Zeit in Jahre, Monate und Tage, zum Gebrauch des bürgerlichen Lebens. Auch bedeutet das Wort **Kalender** ein Verzeichniß der Tage nach dieſer Abtheilung (Hemerologium, Rationarium dierum), für ein gewiſſes Jahr, oder für mehrere Jahre, und hat ſeinen Urſprung von dem Namen Kalendae, welchen die Römer dem erſten Tage jedes Monats, wegen der an ſelbigem üblichen Ausrufung der Monatstage, beylegten.

Das natürlichſte und erſte Maaß der Zeit waren die **Tage**. Man mußte aber bald das Bedürfniß fühlen, zu Vermeidung großer Zahlen und damit verbundner Irrungen, größere und aus mehrern Tagen beſtehende Zeitmaaße zu gebrauchen. Ein ſolches gab zuerſt der Wechſel des Monds, deſſen Erſcheinungen in 29 bis 30 Tagen wiederkehren. Man fieng alſo an, die Zeit nach **Monden** zu zählen (wie dies einige amerikaniſche Völker noch jetzt thun), bis man an dem Wechſel der Jahrszeiten und der Witterung, ein Zeitmaaß entdeckte, das für die Bedürfniſſe des Feldbaus und der Viehzucht noch wichtiger war, und ſich auf den in 360 und etlichen Tagen vollendeten Umlauf der Sonne gründete. Dieſes iſt bey den meiſten bekannten Völkern unter dem Namen des **Jahres** eingeführt worden, ſ. die Artikel: **Tag, Monat, Jahr.**

Die Verbindung dieſer Zeitmaaße mit einander macht den **Kalender** aus, welcher ſeine gegenwärtige Vollkommenheit und Uebereinſtimmung mit dem Himmelslaufe erſt ſpät, und nach mancherley Abwechſelungen, erhalten hat. Ich werde in dieſem Artikel bloß die Geſchichte des griechiſchen, julianiſchen, gregorianiſchen und verbeſſerten Kalenders vortragen, und dann eine kurze Erklärung der dazu gehörigen Rechnung beyfügen.

Indeß die Egyptier ihren Kalender blos nach der Son-

ne, die Araber hingegen nach dem Monde einrichteten, ſuchten die Griechen zufolge eines Orakelſpruchs (ſ. *Gemini Iſagoge Aſtron. c. 6.*) die Bewegungen beyder Himmelskörper zu vereinigen, eine Abſicht, mit der ſich ihre Aſtronomen viele Jahrhunderte beſchäftiget haben. Sie ſetzten anfänglich das Jahr 12½ Monaten gleich, und ließen dem zufolge Jahre von 12 und von 13 Monaten abwechſeln. **Solon**, der den großen Fehler dieſer Zeitrechnung bemerkte, nahm den Monat zu 29½ Tagen an, und wechſelte durchgängig mit Monaten von 29 und von 30 Tagen. So war das Jahr ziemlich übereinſtimmend mit dem Mondlaufe. Um es nun auch mit der Sonne zu vereinigen, erfand **Cleoſtrates** von Tenedos (ſ. *Cenſorinus* de die natali, c. 18.) nicht lange nach den Zeiten des Thales die **Octaeteride** oder Periode von acht Jahren. Dieſe beſtand darinn, daß man unter jeden 8 auf einander folgenden Jahren, dem 3ten, 5ten und 8ten einen Monat von 30 Tagen mehr, und alſo 13 Monate gab. Hierdurch erhielt dieſe Periode 2922 Tage und 99 Monate, welcher Zeitraum 8 Sonnenjahren (zu 365¼ Tag) genau gleich iſt, von 99 Mondwechſeln aber, (welche 2923½ Tag ausmachen) um 1½ Tage abweicht. Man machte, um dieſem Fehler abzuhelfen, einige nicht ganz glückliche Aenderungen, welche ſo viel Verwirrung in den Kalender brachten, daß **Ariſtophanes** an einigen Stellen ſeiner Wolken ſehr bitter darüber ſpottet. Diana, die Göttin des Monds, beklagt ſich, daß man nicht mehr auf ihren Lauf achte, und daß die Götter an einem beſtimmten Tage, anſtatt ein herrliches Opferfeſt in Athen zu genießen, mit leerem Munde nach dem Olymp hätten zurückgehen müſſen. **Cenſorin** erzählt eine große Menge von Vorſchlägen, durch welche Harpalus, Nauteles, Mneſiſtratus, Philolaus, Oenopides u. a. dieſer Unordnung vergebens abzuhelfen ſuchten. Die meiſten dieſer Vorſchläge ſehen ſo fehlerhaft aus, daß **Scaliger** (De emendatione temporum. Pariſ. 1602. fol.) ihre Urheber der gröbſten Unwiſſenheit beſchuldiget: der P. **Petau** aber (Doctrina temporum. Pariſ. 1627. fol.) bemerkt deſto beſcheidner, daß wir zu wenig von der Beſchaffenheit dieſer

Vorſchläge wiſſen, um gründlich darüber urtheilen zu können.

Endlich ſchlugen **Meton** und **Euctemon** die ſo berühmt gewordene **Enneadekaeteride** oder Periode von 19 Jahren vor, unter welchen 12 von 12, und 7 von 13 Monaten waren, ſo daß dieſer ganze Zeitraum aus 235 Monaten beſtand. Die Zahl der Tage änderte **Meton** ſo ab, daß unter dieſen 235 Monaten 125 aus 30, 110 aus 29 Tagen beſtanden, und die ganze Periode 6940 Tage enthielt, ſ. **Jahr.** Durch dieſes Mittel ward der Lauf der Sonne und des Mondes ſehr glücklich vereiniget, indem 19 Sonnenjahre 6939 Tage 18 St., und 235 Mondwechſel 6939 T. 16 St. 20 Min. ausmachen. Dieſe Periode ward von den Griechen im 433ſten Jahre vor C. G. am 16ten Jul., 19 Tage nach dem Sommerſolſtitium angenommen. Sie fieng mit dem Neumonde an, der dieſen Tag um 7 Uhr 43 Min. Abends einfiel, und ihr erſter Tag ward vom Untergange der Sonne an dieſem Tage gerechnet. Dieſen Anfang wählte **Meton** wegen der olympiſchen Spiele, welche im erſten Monate nach dem Sommerſolſtitium gehalten werden mußten. Er ſtellte zu Athen eine Tafel auf, welche die Ordnung und Gründe ſeiner Zeitrechnung erklärte, und der allgemeine Beyfall, den dieſe Erfindung in ganz Griechenland erhielt, veranlaſſete, daß man der Zahl, welche jedes Jahr in der Reihe der 19 einnahm, die Benennung der **güldenen Zahl** beylegte. Dieſer metonianiſche Mondcykel iſt ſelbſt noch in unſerm Kalender bey der cykliſchen Berechnung der Neumonde brauchbar. ſ. **Epakten.**

Dennoch iſt derſelbe gegen 19 Jahre um 6 Stunden und gegen 235 Mondwechſel um $7\frac{2}{3}$ Stunden zu lang, daher ihn **Kallippus** ſchon 102 Jahre darauf verbeſſerte. Dieſer Aſtronom nahm vier Mondcykel oder 76 Jahre zuſammen, und ließ von einem derſelben einen Tag hinweg. So traf dieſe neue Periode von 27759 Tagen mit 76 Sonnenjahren von $365\frac{1}{4}$ Tagen genau überein, und war gegen 940 Mondwechſel nur noch um $6\frac{2}{3}$ Stunden (genauer nur 5 St. 53 Min.) zu lang. Dieſe kallippiſche Periode ward im 331ſten Jahre vor C. G. im ſiebenten Jahre der ſechſten metonianiſchen Periode eingeführt. Die griechiſchen Aſtro-

nomen haben ihre Beobachtungen nach dieſer Zeitrechnung angegeben, und ſie ſtimmt mit dem bey uns angenommenen Mondcykel völlig überein. Dennoch iſt die Abweichung vom Sonnenlaufe, ob ſie ſich gleich in der ganzen Periode aufhebt, in einzelnen Jahren derſelben ſehr beträchtlich. Das erſte Jahr z. B. hat nur 354 Tage, und iſt gegen den Sonnenlauf um 11 Tage zu kurz. Mithin fängt das zweyte Jahr 11 Tage zu früh an, und wird die Nachtgleiche erſt den 31ſten März haben, wenn dieſelbe im erſten Jahre auf den 20ſten März fiel. Das dritte Jahr hat ſie noch 11 Tage ſpäter; durch den am Ende deſſelben eingeſchalteten Monat aber wird ſie wieder um 19 Tage vorwärts auf den 23ſten März gebracht u. ſ. w., daß alſo der Anfang der Jahrszeiten nie einen feſten Standpunkt hat, und erſt nach 76 Jahren genau wieder auf den vorigen Tag zurück kömmt.

Bey den Römern hatte **Romulus** anfänglich ein Jahr von 304 Tagen eingeführt, und in 10 Monate abgetheilt, deren vier aus 31, ſechs aus 30 Tagen beſtanden (*Macrob.* Saturn. L. I. cap. 14.). Da aber dies weder mit der Sonne, noch mit dem Monde übereinſtimmt, ſo ſetzte **Numa** noch 50 Tage hinzu, nahm auch, der ungeraden Zahl halber, der man eine gute Vorbedeutung beylegte, jedem der ſechs Monate von 30 Tagen, einen Tag ab, und vertheilte dieſe 56 Tage zu gleichen Theilen unter zween neue Monate von 28 Tagen, welche die Namen Januar und Februar erhielten. Endlich ſetzte er, ebenfalls der ungeraden Zahl halber, dem Jahre ſelbſt noch einen Tag zu, der dem Januar beygelegt wurde, ſo daß der einzige den Gottheiten der Unterwelt (Diis inferis) heilige Februar eine gerade Anzahl von Tagen, nemlich 28 behielt. Dieſes Jahr von 355 Tagen enthielt nun etwas über 12 Mondwechſel, und ſollte durch Einſchaltungen mit dem Sonnenlaufe übereinſtimmend gemacht werden. Man wählte dazu die Methode der Griechen, in 8 Jahren 90 Tage einzuſchalten, wobey man Schaltjahre und gemeine Jahre, und Einſchaltungen von 22 und 23 Tagen abwechſeln ließ. Dieſe Octaeteride der Griechen aber ſetzt ein Jahr von 354 Tagen vor-

aus, daher der römiſche Kalender in jeder Periode 8 Tage zu viel hatte, mithin allezeit in der dritten Periode ſtatt 90 nur 66 Tage oder dreymal 22 Tage einſchaltete. Dieſe Einſchaltung geſchahe im Februar, als im letzten Monate des damaligen Jahres, und zwar nach dem 23ſten Tage deſſelben, wenn das Feſt der Terminalien vorüber war. Weil man es aber für eine üble Vorbedeutung hielt, wenn die Nundinae auf den erſten Tag im Jahre oder auf die Nonen fielen, ſo ward es den Prieſtern überlaſſen, zu Vermeidung dieſes Umſtands die Einſchaltungen nach Gefallen abzuändern. Dieſe höchſt unvollkommne Einrichtung brachte mit der Zeit den Kalender in gänzliche Unordnung. Aus Aberglauben unterließ man bisweilen das Einſchalten gänzlich, und in den letztern Zeiten der Republik mißbrauchten die Prieſter ihre Freyheit (intercalandi licentiam, *Macrob.*), um Zahltage, Gerichtstermine und Antrittszeiten der Aemter nach Bedürfniß und Staatsabſichten zu beſchleunigen oder hinauszuſchieben. Daher erwähnt **Cicero** (Epiſt. ad Atticum X, 17.) der Nachtgleiche in einem Briefe, welcher mitten im May (des Jahres 704 nach Erbauung Roms) geſchrieben iſt.

Als **Julius Cäſar** die Dictatur und das Pontificat überkommen hatte, berief er, um dieſen Unordnungen abzuhelfen, den griechiſchen Aſtronomen **Soſigenes** nach Rom, und führte mit deſſen und des **M. Fabius** Beyhülfe im Jahre 707 nach Erbauung Roms die Zeitrechnung ein, welche von ihm den Namen des **julianiſchen Kalenders** erhalten hat. Um die Nachtgleiche wieder in den März zu bringen, wurden zwiſchen dem November und December des gedachten Jahres noch zween Monate eingeſchaltet, ſo daß dieſes Jahr (annus confuſionis), welches der Ordnung nach ein Schaltjahr von 378 Tagen hätte ſeyn ſollen, dadurch 452 Tage erhielt. Für die Zukunft ward das bey der kallippiſchen Periode zum Grunde liegende Sonnenjahr von 365¼ Tagen, oder das **julianiſche Jahr**, eingeführt, den Monaten die noch jetzt übliche Anzahl von Tagen gegeben, die Einſchaltung ganzer Monate gänzlich aufgehoben, und wegen des über 365 volle

Tage noch überſchießenden ¼ Tages in jedem vierten Jahre nach dem 23ſten Februar einen **Schalttag** einzuſchieben, verordnet. Dieſer bloß auf den Sonnenlauf gegründeten Zeitrechnung, welche h. z. T. unter dem Namen des **alten Kalenders** oder **alten Styls** bekannt iſt, hat ſich das römiſche Reich bis zu ſeinem Untergange, und die chriſtliche Kirche im Occident bis zum Jahre 1582 n. C. G. unverändert bedienet; die orientaliſche Kirche behält dieſelbe noch bis jetzt bey.

Im chriſtlichen Kalender aber mußte wegen des **Oſterfeſts**, nach welchem ſich die übrigen beweglichen Feſte richten, auch einige Rückſicht auf den Mondlauf genommen werden. Die Juden feyerten das Paſcha am 14ten Tage des Monats **Niſan**, deſſen Vollmond auf den Tag der Nachtgleiche oder zunächſt darnach fiel. Die Kirche behielt dieſe Beſtimmung des Monats bey, ſetzte aber den Tag auf einen Sonntag; und da einige Kirchen in den erſten Jahrhunderten n. C. G. das Oſterfeſt, wenn der Vollmond auf einen Sonntag fiel, am Vollmondstage ſelbſt, alſo zugleich mit den Juden, feyerten, ſo verbot dies das Concilium zu **Nicäa** unter der Regierung Conſtantins des Großen, im J. 325 n. C. G. Der Tradition nach befahl es zugleich, den folgenden Sonntag für Oſtern zu rechnen, und ſetzte alſo den Oſtertag auf den nächſten Sonntag nach demjenigen Vollmonde, welcher zunächſt auf den 21. März (als den damaligen Tag der Nachtgleiche) folgen würde. Dadurch ward es nothwendig, die Vollmonde voraus zu berechnen, und leichte Methoden dazu zum Gebrauch der Geiſtlichen anzugeben.

Hiezu hatten ſchon vor der Kirchenverſammlung zu Nicäa einige Biſchöfe Vorſchläge gethan; vorzüglich war durch **Euſebius** von **Cäſarea** der metonianiſche Cykel oder Mondscirkel von 19 Jahren empfohlen worden, welchen auch, wie man durchgängig angenommen hat, das Concilium beſtätigt, und ſeinen Gebrauch zur Berechnung des Oſterfeſtes vorgeſchrieben haben ſoll, ſ. **Cykel**, **Epakten**. Man ſetzte nemlich voraus, daß nach 19 julianiſchen Jahren die Neumonde genau wieder auf dieſelben Monats-

tage fielen, und daß man daher durch Beſchreibung der güldenen Zahl zu den Tagen des Kalenders, auf welche die Neumonde in den erſten 19 Jahren gefallen waren, dieſe Neumonde für alle folgende Jahre richtig wiederfinden und das Oſterfeſt dadurch leicht beſtimmen könne. Eigentlich aber trug das Concilium dem Patriarchen von Alexandrien, deſſen Dioces wegen des alexandriniſchen Muſeums die gelehrteſten Aſtronomen haben ſollte, auf, die Oſtervollmonde zu prüfen, und den richtigen Tag derſelben dem römiſchen Biſchofe anzuzeigen. Allein es ſind dieſe Anzeigen völlig vernachläßiget, alle Oſterfeſte nach der unvollkommnen cykliſchen Rechnung beſtimmt, und daher ſehr viele wider die vermeynte Diſpoſition des Conciliums theils zu früh, theils zu ſpät, gefeyert worden.

Mit der Zeit wurden die Fehler dieſes mit dem julianiſchen Jahre combinirten Mondcykels merklicher. Da das angenommene Jahr ſelbſt um 11 Min. zu lang iſt, ſo mußte die Zeit der Nachtgleiche jährlich um 11 Min. gegen den Anfang des Jahres zurückrücken, welches in 400 Jahren 3 Tage beträgt. Daher war ſie im ſechszehnten Jahrhunderte, ſeit dem J. 325, vom 21. März bis zum 10ten fortgerückt. Da ferner 19 julianiſche Jahre um 1 St. 32 Min. länger ſind, als 235 Mondwechſel, welches in 312½ Jahren einen Tag, und in 1250 Jahren vier Tage beträgt, ſo mußten die Neumonde im ſechszehnten Jahrhunderte vier Tage früher, als zur Zeit des Conciliums, fallen. So würde nach und nach der Winter in den September, und der Vollmond auf die Tage gerückt ſeyn, für welche die beygeſchriebne güldne Zahl Neumond anzeigte.

Schon Beda hatte um das Jahr 700 das Fortrücken der Nachtgleiche bemerkt, welches damals ſchon drey Tage betrug. Im dreyzehnten Jahrhunderte ſchrieb Johann von Sacroboſco ſein Buch: de anni ratione, und Roger Bacon rieth, das Jahr ſo zu ändern, daß die Nachtgleichen, wie im Anfange der chriſtlichen Zeitrechnung, auf den 25. März und September fielen. Im funfzehnten Jahrhunderte gaben Peter d'Ailly (de Alliaco) auf dem coſtnitzer und der Cardinal von Cuſa auf dem lateranenſi-

ſchen Concilium Verbeſſerungsvorſchläge ein. **Sixtus** IV. trug im Jahre 1474 die Sache dem **Regiomontan** auf, den er in dieſer Abſicht zum Biſchof von Regenſpurg ernannte, deſſen frühzeitiger Tod aber alles unterbrach. Der beſſere Fortgang der Aſtronomie im ſechszehnten Jahrhunderte veranlaſſete eine große Anzahl Schriften hierüber von **Angelus, Stöfler, Pighi, Schoner, Gauricus** u. a. **Paul von Middelburgh**, Biſchof von Foſſembrün, berechnete die Neumonde für die 3000 erſten Jahre der chriſtlichen Zeitrechnung aſtronomiſch, und **Egnaz Dante** errichtete den berühmten Gnomon in der Petroniuskirche zu Bologna blos in der Abſicht, um das Vorrücken des Tages der Nachtgleiche Jedermann ſinnlich zu machen.

Endlich führte **Gregor** XIII. der ſeinen Pontificat durch etwas Hervorſtechendes auszeichnen wollte, dieſen längſt gewünſchten Vorſchlag wirklich aus. Der Plan hiezu war von **Aloys Lili**, einem Arzte aus Verona, entworfen, und ward nach dem plötzlichen Tode ſeines Urhebers dem Papſte von deſſen Bruder **Anton Lilli** überreicht. Es ward zu dieſem Geſchäfte eine eigne Congregation von Prälaten und Gelehrten niedergeſetzt, wovon der Cardinal **Sirleti**, der Patriarch von Antiochien, **Chriſtoph Clavius, Anton Lili, Egnaz Dante** u. a. Mitglieder waren. Im Jahre 1577 ſandte man Abgeordnete an alle katholiſche Regenten, die den Plan mit Lob und Beyfall aufnahmen, ſo daß ſich der Papſt im Stande ſahe, im März 1582 durch ein Breve den alten Kalender abzuſchaffen, und den ſogenannten **neuen Styl** oder **gregorianiſchen Kalender** einzuführen, deſſen Beſchaffenheit nunmehr zu erklären iſt.

Zuförderſt wurden aus dem Octob. des 1582ſten Jahres 10 Tage hinweggelaſſen; indem man nach dem 4ten ſogleich den 15ten zählte, damit die Nachtgleiche des folgenden Jahres wieder den 21. März fallen möchte. Zugleich ward die Dauer des Sonnenjahres 365 T. 5 St. 49 Min. 12 Sec. angenommen, und (weil dies vom julianiſchen Jahre um 10⅘ Min., oder in 400 Jahren um 3 Tage abweicht) feſtgeſetzt, in Zukunft unter vier auf einander fol-

genden Secularjahren, welche nach dem julianiſchen Kalender allezeit Schaltjahre ſeyn ſollten, nur ein einziges ein Schaltjahr ſeyn zu laſſen. So iſt unter den vier Jahren 1600, 1700, 1800, 1900 nur das erſte ein Schaltjahr geweſen; die übrigen drey werden gemeine Jahre u. ſ. f. Durch dieſes Mittel werden aus dem julianiſchen Kalender aller 400 Jahre drey Schalttage hinweggelaſſen, welches das Fortrücken des Tags der Nachtgleichen verhindert. Iſt gleich nach den neuſten Beſtimmungen das Sonnenjahr noch 27 Sec. kürzer, als man es hiebey angenommen hat, ſo rückt doch dieſes Fehlers wegen die Nachtgleiche erſt nach 3200 Jahren um einen Tag, und man wird alsdann einmal vier Secularjahre nach einander ſämmtlich zu gemeinen Jahren machen müſſen.

Um nun dieſe Jahresrechnung mit dem Mondlaufe zu verbinden, verwarf **Lili** das Beyſchreiben der güldnen Zahlen zu den Tagen des Kalenders gänzlich, und führte dagegen den Gebrauch der **Epakten** ein, ſo wie derſelbe bey dem Worte: **Epakten** (Th. I. S. 850 u. f.) beſchrieben worden iſt. Das Jahr 1787 z. B. hat die güldne Zahl II, und die Epakte XI. Die kirchlichen Neumonde deſſelben fallen daher auf diejenigen Tage, welche im julianiſchen Kalender mit II, im gregorianiſchen aber mit XI bezeichnet ſind, d. i. auf d. 20 Jan., 18 Febr., 20 März u. ſ. w. Beydes thut nun zwar gleiche Dienſte, ſo lange der Cykel überhaupt zutrift; aber die nöthigen Veränderungen laſſen ſich bey den Epakten leichter und ordentlicher, als bey den güldnen Zahlen, anbringen.

Der metonianiſche Mondcykel nemlich iſt in 312½ Jahren um einen Tag zu lang; es fällt alſo der Neumond nach dieſer Zeit um einen Tag früher, und das Alter des Monds am erſten Jänner, d. i. die Epakte, vergrößert ſich um 1. Nimmt man hiebey die reguläre julianiſche Einſchaltung an, ſo dienen die Epakten *, XI, XXII, III, XI ꝛc. 300 Jahre lang für die Jahre, welche I, II, III, IV, V ꝛc. zur güldnen Zahl haben; hernach muß man für eben dieſe Jahre I, XII, XXIII, IV, XV ꝛc., und wieder nach 300 Jahren II, XIII, XXIV, V, XVI ꝛc. brauchen. Da

aber der gregorianiſche Kalender in 400 Jahren drey Tage hinwegläßt, ſo wird dieſe Verſchiebung der Epakten dadurch folgendergeſtalt verändert. Der im Jahre 1582 zum Grunde gelegte Cykel war I, XII, XXIII, IV, XV ꝛc. Er würde 300 Jahre dauern, wenn alle Secularjahre Schaltjahre blieben; da nun 1600 ein Schaltjahr blieb, ſo galt er durch das ganze vorige Jahrhundert. Im Jahre 1700 blieb ein Tag hinweg, dadurch rückten die Neumonde einen Tag weiter, und die Epakte mußte um 1 vermindert werden. Daher iſt der Cykel für das gegenwärtige Jahrhundert *, XI, XXII, III, XIV ꝛc. Am Ende dieſes Jahrhunderts ſollte er um 1 zunehmen, weil ſeit 1500, 300 Jahre verfloſſen ſind; da aber in dieſem Jahre der Schalttag wiederum wegfällt, ſo tritt der Cykel dadurch wieder in ſeine vorige Stelle und gilt ungeändert bis 1900. Alsdann fällt der Schalttag wieder hinweg, und der Epaktencykel wird XXIX, X, XXI, II ꝛc.; das Jahr 2000 bleibt ein Schaltjahr und ändert nichts; 2100 ſollte der Cykel wegen der wieder abgelaufenen 300 Jahre um 1 ſteigen, wegen des weggelaſſenen Schalttags aber fällt er auch um 1, und bleibt wieder ungeändert, bis er ſich endlich 2200 in XXVIII, IX, XX, I ꝛc. verwandelt. Um dies nicht für alle Jahrhunderte wiederholen zu dürfen, gab **Lili** zwo Tabellen an, in welchen man den Cykel für jedes Jahrhundert durch bloſes Aufſchlagen findet, und die in den meiſten chronologiſchen Handbüchern unter den Namen der Epaktentafel und Epaktengleichung vorkommen. So iſt zwar das Jahr nicht ſelbſt nach dem Mondlaufe geordnet; es iſt aber doch ſehr leicht, die Tage der Neumonde, wenigſtens der kirchlichen zu finden, welche inzwiſchen mit den wahren oder aſtronomiſchen nicht richtig übereinſtimmen.

Nächſt **Lili** hatte an dieſen Einrichtungen **Clavius** den meiſten Antheil. Er mußte die zu Prüfung des Plans nöthigen Rechnungen führen, das ganze Verbeſſerungsgeſchäft der Nachwelt erklären, und die Kritiken der Gegner beantworten, unter welchen ſich **Möſtlin**, **Scaliger** und **Vieta** am meiſten auszeichneten. Dies gab die Veranlaſſung zu ſeinem ſchönen chronologiſchen Werke (De calenda-

rio Gregoriano, Romae, 1603. fol. und in *Chph. Clavii* Opp. mathemat. Mogunt. 1612. fol. To. V.). Die Hauptfehler, welche man dem gregorianiſchen Kalender mit Grunde vorwarf, ſind 1) daß bey dieſer Einſchaltungsform die Nachtgleiche noch immer vom 21 März auf den 20ſten und 19ten übergeht, beſonders in denjenigen Schaltjahren, welche vor dem erſten gemeinen Secularjahre vorhergehen, wie 1696 u. ſ. f. 2) daß man bey der Verbeſſerung des Mondcykels nur **drey Tage** Vorrücken der Neumonde ſeit dem Nicäniſchen Concilium angenommen hat, da doch daſſelbe, wie Jedermann eingeſtehen muß, bis auf **vier Tage** gegangen iſt; daher denn die aſtronomiſchen Neumonde einen ganzen Tag, und oft noch drüber, vor den kirchlichen vorhergehen. **Clavius** entſchuldigt zwar den letztern Fehler mit der Abſicht, dadurch zu verhüten, daß der 14te Tag des kirchlichen Mondalters nie vor den aſtronomiſchen Vollmond fallen und alſo Oſtern vor dem wahren Vollmonde gefeyert werden möchte; allein es bleibt demohngeachtet eine offenbare Abweichung von den Verordnungen, welche die Congregation im Jahre 1580 einhellig feſtſetzte, wie auch **Caſſini** (Mém. de l'acad. des Sc. 1702.) eingeſteht.

Die proteſtantiſchen Staaten nahmen dieſe von Rom aus veranſtaltete Kalenderverbeſſerung nicht an. Man darf ſie deswegen eben nicht, wie **Wolf** thut, eines ungegründeten Eifers beſchuldigen. Wenn ſie gleich das Fehlerhafte der alten Einrichtungen eben ſowohl einſahen, ſo konnten ſie doch abgeneigt ſeyn, Verbeſſerungen, die an ſich ſelbſt entbehrlich waren, auf Befehl einer Gewalt, der ſie nicht mehr gehorchten, anzunehmen, zumal da die Verbeſſerung ſelbſt wegen des Gebrauchs der Epakten noch keine aſtronomiſche Richtigkeit gewährte. Dieſe Verſchiedenheit veranlaßte die Namen des **alten** und **neuen Styls**. Endlich bewog die Beſchwerlichkeit des Gebrauchs von zweyerley Kalendern bey Glaubensgenoſſen, die unter einander wohnten und ſtets Geſchäfte mit einander hatten, die evangeliſchen Stände des teutſchen Reichs, im Jahre 1700 den **verbeſſerten Kalender** einzuführen. Man ließ in die-

ſer Abſicht in gedachtem Jahre die zehn letzten Tage des Februars zugleich mit dem in ſelbiges Jahr nach dem alten Styl einfallenden Schalttage hinweg, ſo daß auf den 18ten Febr. ſogleich der erſte März folgte, und die Tage nunmehr mit dem neuen Styl übereinſtimmten. Die Einſchaltung ward eben ſo, wie im gregorianiſchen Kalender, eingerichtet; in Abſicht auf den Mondlauf und das Oſterfeſt aber ward die **cykliſche Feſtrechnung** (computus eccleſiaſticus) verworfen, und dagegen vorgeſchrieben, den Oſtervollmond nach **Keplers** rudolphiniſchen Tafeln für den Mittagskreis von Uranienburg, wo Tycho beobachtet hat, zu berechnen, den Tag, auf welchen dieſer Vollmond fällt, von Mitternacht an gerechnet, für die **Oſtergrenze** (terminum paſchalem) zu nehmen, und den nächſten Sonntag darauf das Oſterfeſt zu feyern.

Dieſe aſtronomiſche Rechnung kan von der cykliſchen um einen Tag abweichen, und wenn der Oſtervollmond innerhalb Sonnabends und Sonntags fällt, in Feyrung des Oſterfeſtes eine Woche Unterſchied verurſachen. Ein ſolcher Fall trat ſchon 1724 ein, da der Oſtervollmond nach den rudolphiniſchen Tafeln und für den Meridian von Uranienburg d. 8 April um 4 Uhr Nachmitt. einfiel. Dieſer Tag war ein Sonnabend, folglich Oſtern der Proteſtanten Sonntags darauf den 9 April. Die cykliſche Rechnung hingegen gab den Oſtervollmond Sonntags den 9 Apr.; mithin die Oſtern der Katholiken erſt den 16 April (*Müller*, de ratione computandi Paſchatos exemplo anni 1724. illuſtrata. Altorf. 1723. 4.). Eben dies ereignete ſich im Jahre 1744, da Oſtern bey den Proteſtanten auf den 29 März, bey den Katholiken auf den 5 April fiel. Im Jahre 1778 fiel das gregorianiſche Oſterfeſt den 19 April; nach der aſtronomiſchen Rechnung eigentlich auf den 12ten, ward aber, weil es da mit dem Paſcha der Juden zuſammenkam, durch einen eignen Schluß der evangeliſchen Stände auf den 19ten verlegt. (*Borz* de die paſchatos anni 1778. Lipſ. 1775. 4. und De Paſchate anni 1778. Iudaico, Lipſ. 1776. 4.). Alle dieſe Weitläuftigkeiten ſind über eine Anordnung entſtanden, die man nicht einmal für den

Schluß eines ökumeniſchen Conciliums ausgeben kan. Denn in den Acten der Nicäniſchen Kirchenverſammlung findet ſich darüber nichts, als ein Synodalbrief der verſammleten Geiſtlichen, welcher enthält, daß das Oſterfeſt nicht mit den Juden, aber von der ganzen Chriſtenheit an einem Tage gefeyert werden ſoll (*Walch* Decreti Nicaeni de Paſchate explicatio, in Comm. Nov. Gotting. ann. 1769. 1770.). Daher wünſchte **Joh. Bernoulli** (Opp. To. IV. n. 188. p. 497.) man möchte Oſtern den erſten Sonntag nach der Nachtgleiche, und **Erneſti** (De feſto paſchatos, Lipſ. 1777. 4.) man möchte es den Sonntag nach dem 25 März feyern.

Endlich haben ſich die evangeliſchen Stände nach dem Inhalte eines von Wien den 7 Jun. 1776. datirten kayſerlichen Patents, entſchloſſen, den neuen Styl unter dem Namen eines **allgemeinen Reichskalenders** völlig beyzutreten, und das Feſt der Auferſtehung jederzeit mit den Katholiſchen zugleich zu feyern. England hatte ſchon 1752, und Schweden 1753 den verbeſſerten Kalender angenommen, daß alſo der alte Styl unter den chriſtlichen Völkern in Europa nur noch in Rußland üblich iſt.

Ein Beyſpiel der Kalenderberechnung nach dem allgemeinen oder gregorianiſchen Styl zu geben, will ich das Jahr 1788 wählen. Man hat für daſſelbe vor allen andern den Sonnencirkel und Sonntagsbuchſtaben, dann die güldne Zahl, die Epakten und den Oſtervollmond zu ſuchen.

Vom **Sonnencykel** iſt bereits beym Worte: **Cykel** geredet worden. Die dort gelehrte Rechnung giebt für 1788 die Zahl deſſelben 5. Hiemit iſt nun der Sonntagsbuchſtabe ſo verbunden. Man ſchreibt zu allen Tagen des Jahres der Reihe nach die ſieben Buchſtaben A, B, C, D, E, F, G, ſo daß der erſte Jänner A, der zweyte B u. ſ. w. neben ſich hat, und wenn man einmal durch iſt, von neuem mit A angefangen wird. Der Buchſtabe, welcher auf dieſe Art die Sonntage des Jahres trift, heißt der **Sonntagsbuchſtabe** (littera dominicalis) deſſelben. Der letzte December erhält dadurch wiederum A. Iſt nun z. B. B der Sonntagsbuchſtabe des Jahres geweſen, hat alſo A bey

den Sonnabenden geſtanden, ſo iſt der letzte December ebenfalls ein Sonnabend, das folgende Jahr fängt mit dem Sonntage an, und da beym erſten Jänner deſſelben widerum A ſtehet, ſo iſt A ſein Sonntagsbuchſtabe. Hieraus wird begreiflich, daß der Sonntagsbuchſtabe von jedem Jahre zum folgenden um eine Stelle, z. B. von B auf A, von A auf G, von G auf F, u. ſ. w. zurücktritt. Im Schaltjahre werden der 23ſte und 24ſte Februar mit einerley Buchſtaben, beyde mit E, beyeichnet. Solchergeſtalt bekömmt der folgende Theil des Jahres einen andern Sonntagsbuchſtaben, als der erſte vor dem 23 Febr. fallende Theil hatte, und es tritt der Sonntagsbuchſtabe im Schaltjahre um zwey Stellen zurück. Folgende Tafel enthält die Sonntagsbuchſtaben der 28 Jahre des julianiſchen Sonnencykels.

1. G, F,	5. B, A,	9. D, C,	13. F, E	17. A, G	21. C, B	25. E, D
2. E,	6. G	10. B	14. D	18. F	22. A	26. C
3. D,	7. F	11. A	15. C	19. E	28. G	27. B
4. C,	8. E	12. G	16. B	20. D	23. F	28. A

Das 29 Jahr bekömmt wieder G, F, und fängt alſo die Reihe von neuem an. Dieſer Tabelle zufolge ſind die **julianiſchen Sonntagsbuchſtaben** für 1788, wo die Zahl im Sonnencirkel 5 iſt, B und A, der erſte für die Zeit vor dem Schalttage, der letzte für die nach demſelben.

Durch die gregorianiſche Verbeſſerung änderte ſich dieſe Ordnung. Bey Wegwerfung der zehn Tage aus dem October 1582 giengen 10 Buchſtaben (d. i. eine ganze Reihe von ſieben, und noch drey darüber) verlohren, und der Sonntagsbuchſtabe mußte daher um drey Stellen, d. i. von G bis C, weiter rücken. Im Jahre 1700 rückte er durch die Weglaſſung des Schalttags noch um die vierte Stelle, alſo von G bis D fort. Hieraus ergiebt ſich für den gregorianiſchen Kalender folgende Tafel:

1. D, C	5. F, E	9. A, G	13. C, B	17. E, D	21. G, F	25. B, A
2. B	6. D	10. F	14. A	18. G	22. E	26. G
3. A	7. C	11. E	15. G	19. B	23. D	27. F
4. G	8. B	12. D	16. F	20. A	24. C	28. E.

Dieſe gilt bis 1800, wo durch neue Weglaſſung eines Schalttages die Buchſtaben wieder um eine Stelle weiter rücken, und die Tafel für künftiges Jahrhundert mit E, D

anfängt. Für 1788, deſſen Zahl 5 iſt, ſind die **gregorianiſchen Sonntagsbuchſtaben** F, E. Der erſte Sonntag dieſes Jahres fällt alſo auf den erſten mit F bezeichneten Tag, d. i. auf den 6 Jan.; die folgenden auf den 13, 20, 27 Jan. 3, 10, 17, 24 Febr. Dieſer 24 Febr. iſt zugleich der Schalttag, und bekömmt daher mit dem 23 Febr. einerley Buchſtaben E. Da er aber ein Sonntag iſt, ſo wird E nunmehr Sonntagsbuchſtabe, und bleibt dies bis zum Ende des Jahrs. Nunmehr kan man das ganze Jahr leicht in die gehörigen Monate und Wochen eintheilen.

Wie man die güldene Zahl und die Epakte finde, iſt bereits bey den Worten: **Cykel** und **Epakte** vorgetragen worden. Für 1788 iſt die güldne Zahl III, und die Epakte XXII. Letzteres heißt: Die Neumonde fallen auf die Tage, welche im gregorianiſchen Kalender mit XXII bezeichnet ſind, d. i. auf den 9 Jan., 7 Febr., 9 März, 7 Apr. u. ſ. w. Es fängt alſo mit dem 9 März eine Lunation an, deren 14ter Tag, oder der 22 März der erſte **Vollmond** nach der auf den 21 März fallenden Nachtgleiche iſt. Dieſer 22 März iſt die **Oſtergrenze** (terminus paſchalis) des Jahrs. Er führt im Kalender den Buchſtaben D bey ſich, und weil der Sonntag in dieſem Theile des Jahres 1788 E hat, ſo iſt er ein Sonnabend; alſo der nächſtfolgende Sonntag, oder der 23 März der Oſtertag.

Wenn ſo das Oſterfeſt beſtimmt iſt, ordnen ſich die übrigen **beweglichen** Feſte ſehr leicht nach demſelben. Die neun vorhergehenden Sonntage, ſo wie die acht nachfolgenden, führen beſondere Namen, die man in jedem Kalender findet: die vier vor dem Weihnachtfeſte oder 25 Dec. vorhergehenden bekommen die Namen des erſten, zweyten ꝛc. Advents: die nach dem Erſcheinungsfeſte werden bis zu Septuageſimä, ſo wie die nach Trinitatis bis zum erſten Advent nach der Ordnung der Zahlen fortgerechnet. Die **unbeweglichen** Feſte, welche jährlich auf einerley Monatstage fallen, findet man ebenfalls in jedem Kalender. Außer dem Verzeichniſſe der Tage mit beygeſchriebenen Namen, wird den Kalendern noch eine Anzeige

der Cykeln, der Epakte und des Sonntagsbuchſtabens, der Orte der Sonne und des Mondes nebſt der Stunde ihres Auf- und Untergangs für jeden Tag, des Mondwechſels, der Tage der Nachtgleichen und Sonnenwenden, der Sonnen- und Mondfinſterniſſe u. ſ. w. nebſt andern nützlichen Nachrichten beygefügt. Es war ſonſt gewöhnlich, die Kalender mit Anzeigen der Aſpekten, Wetterverkündigungen und mancherley aſtrologiſchem Tand anzufüllen. Seit einiger Zeit aber hat man angefangen, ſie vielmehr als Mittel zu Ausbreitung nützlicher und angenehmer Kenntniſſe zu gebrauchen. In dem leipziger verbeſſerten Kalender findet man für einen ſehr wohlfeilen Preiß viele brauchbare aſtronomiſche Angaben, und außer der gemeinen auch die julianiſche, römiſche und jüdiſche Zeitrechnung.

Montucla hiſt. des mathematiques. To. I, P. I. C. 3. §. 13. P. III. C. 4. §. 11.

Käſtner Anfangsgr. der angew. Mathem., Chronologie an mehreren Stellen.

Kalk, Kalch, Calx, *Chaux.* Es giebt in der Natur eine eigne Art von Erden und Steinen, welche fähig ſind, ſich durch die Wirkung des Feuers in das, was man **lebendigen Kalk** nennt, verwandeln zu laſſen. In ihrem natürlichen Zuſtande brauſen dieſe Erden und Steine (die rohe Kalkerde, Kalkſtein, Marmor, Kreide u. ſ. w.) mit den Säuren, und es entwickelt ſich aus ihnen eine große Menge fixer Luft oder Luftſäure. Sie ſcheinen, den chemiſchen Unterſuchungen nach, aus einer eignen Grunderde, ſ. **Kalkerde**, mit einer gewiſſen Menge Waſſer und fixer Luft verbunden, zu beſtehen, und heißen **roher Kalk.**

Wenn man die kalkartigen Erden und Steine bis zum Glühen erhitzt, und 12 — 15 Stunden lang in dieſem Grade der Hitze erhält, ſo verwandeln ſie ſich in eine lockere zerreibliche Materie, welche ſich in den Säuren ohne Aufbrauſen, aber mit beträchtlicher Erhitzung und Aufwallung, auflöſet, und einen ſehr ſcharfen brennenden Geſchmack hat. Dieſe Materie heißt **gebrannter, lebendiger** oder **un-**

gelöſchter Kalk (calx viva, calx pura *Bergm.*, *Chaux vive.*) Die Kalkſteine verlieren bey dieſer Verwandlung faſt die Helfte von ihrem Gewichte.

Dieſer **lebendige Kalk** iſt ein wahres äzendes fixes Laugenſalz, das ſich auch wirklich, obgleich mit einiger Schwierigkeit, im Waſſer auflöſen läßt. Nach **Bergmann** (De acido äereo, § 11) erfordert ein Theil Kalk 300 Theile, nach andern 680 Theile ſiedendes Waſſer zur völligen Auflöſung. Die Auflöſung ſelbſt heißt **Kalkwaſſer** (aqua calcis, *eau de chaux*). Wenn man dieſes Kalkwaſſer von dem nicht aufgelöſeten Kalke abgießt, ſo iſt es völlig durchſichtig und farbenlos, hat einen eignen ſchrumpfenden alkaliſchen Geſchmack, färbt die blauen Pflanzenſäfte grün, und zeigt alle Eigenſchaften eines aufgelößten Laugenſalzes. In völlig gefüllten und verſchloſſenen Gefäßen bleibt das Kalkwaſſer unverändert. An der freyen Luft aber erzeugt ſich auf der Oberfläche deſſelben ein Häutchen, der **Kalkrahm** (cremor calcis), das endlich zu Boden fällt, und einem neuen Häutchen Platz macht, bis zuletzt aller aufgelöſete Kalk niedergeſchlagen iſt. Alsdann aber iſt derſelbe nicht mehr äzend, brauſet wieder mit den Säuren, und löſet ſich im Waſſer nicht mehr auf; kurz, er iſt nicht mehr lebendiger, ſondern wiederum **roher Kalk**.

Eben dies geſchieht, wenn man fixe Luft oder Luftſäure zu dem Kalkwaſſer bringt. Es wird davon ſogleich trüb, und läßt **rohen Kalk** fallen. Fährt man mit dem Zumiſchen der Luftſäure fort, ſo löſt ſich dieſer rohe Kalk wieder auf; das Waſſer aber erhält den äzenden Geſchmack, und die Eigenſchaften des Kalkwaſſers nicht wieder. Durch das Kochen wird der rohe Kalk wieder aus demſelben niedergeſchlagen.

Der Weingeiſt, welcher keine Luftſäure enthält, ſchlägt zwar den Kalk ebenfalls aus dem Kalkwaſſer nieder; es iſt aber dieſer Niederſchlag nicht roher, ſondern lebendiger Kalk.

Wenn man auf den gebrannten Kalk Waſſer gießt, ſo dringt daſſelbe mit einem Geziſche hinein, er zerſpaltet,

ſchwillt mit ſtarker Erhitzung auf, und verwandelt ſich in einen feinen Brey oder Teig, den **gelöſchten Kalk** (calx extincta, *chaux éteinte*). Faſt eben dies wiederfährt auch dem gebrannten Kalke, wenn er blos der freyen Luft ausgeſetzt wird, er ſchwillt nemlich auf, und zerfällt, jedoch ohne Erhitzung, aber mit beträchtlicher Zunahme ſeines Gewichts. Alsdann heißt er **zerfallner Kalk, Staubkalk, Mehlkalk** (*chaux éteinte à l'air*), und hat alle Eigenſchaften des rohen Kalks.

Wenn Laugenſalze mit lebendigem Kalke bearbeitet, z. B. in Kalkwaſſer getröpfelt, darinn gekocht, oder über gebranntem Kalk deſtilliret werden, ſo erhalten ſie dadurch eine **ätzende** Eigenſchaft, ſ. **Kauſticität**, der Kalk hingegen verliert ſeine Aetzbarkeit, und nimmt die Natur des rohen Kalks wieder an.

Aus dem Teige, welcher durch das Löſchen des gebrannten Kalks mit Waſſer entſteht, bereitet man den ſogenannten **Mörtel** (Caementum, *Mortier*) durch Vermiſchung mit Sand und Kies, oder gebranntem und gröblich gepülvertem Thone. Dieſe Vermiſchung nimmt, wenn ſie trocknet, eine Conſiſtenz an, und wird daher als ein Bindemittel der Steine in Gebäuden, Mauern, Eſtrichen u. dgl. gebraucht.

Dies ſind die merkwürdigen Eigenſchaften, welche die Kalkerden und Kalkſteine bey ihrer Verwandlung in lebendigen Kalk erhalten, und beym Löſchen durch Wiederannehmung ihres erſten Zuſtandes hinwiederum verlieren. Die Aetzbarkeit, Auflöslichkeit im Waſſer, der Mangel des Brauſens mit den Säuren und die Erhitzung beym Löſchen — dieſe unterſcheidenden Kennzeichen des lebendigen Kalks, welche durchs Brennen entſtehen, und durchs Löſchen ſich wieder verlieren, — haben die Chymiker von je her nicht wenig beſchäftiget. **Van Helmont, Daniel Ludovici** (Ephemerid. Acad. naturae curioſ. ann. 1675 et 1676. Obſ. 244.) und **du Fay** (Mém. de Paris, ann. 1724.) nahmen deswegen ein eignes Salz an, das im Kalke durchs Brennen entwickelt werde; die ätzende Kraft und Erhitzung mit dem Waſſer veranlaſſeten **Homberg** (Mém. de Paris,

1700.) und **Lemery** (ebend. ann. 1709.) zu der Behauptung, daß ſich in den Zwiſchenräumen des Kalks Feuertheile, von dem Brennen her, eingeſchloſſen befänden, einer Menge anderer, zum Theil thörichter, Meynungen zu geſchweigen.

Johann Friedrich Meyer (Chymiſche Verſuche zur nähern Erkenntniß des ungelöſchten Kalks ꝛc. Hannover, 1764. 1770. 8.) baute auf ſeine vielen und ſchäßbaren Verſuche eine Theorie der Aetzbarkeit, deren Natur er in einer eignen im Küchenfeuer, nicht aber im Sonnenfeuer, enthaltenen Materie ſuchte. Er hielt dieſe Materie für das reinſte, mit einer Säure verbundne Feuerweſen, und nannte ſie das **Kauſticum** oder die **fette Säure** (acidum pingue). Seiner Meynung nach dringt dieſe fette Säure aus dem Küchenfeuer beym Brennen, ſelbſt durch die Gefäße, in den Kalk, macht ihn ätzend und im Waſſer auflöslich, entwickelt ſich beym Löſchen, verurſacht die Erhitzung, geht vom Kalke in die Laugenſalze über, theilt dieſen die Aetzbarkeit mit u. ſ. w. **Macquer** ſetzt dieſer Theorie die ſtarken Gründe entgegen, daß das Feuer die Materien, mit denen es ſich bindet, nicht ätzend mache, vielmehr durch ein ſolches Binden ſeine eigne Wirkſamkeit verliere; daß ſich das Kalkwaſſer, welches ſich an der freyen Luft zerſetzt, auch in verſchloßnen Gefäßen zerſetzen müßte, wenn das Kauſticum durch die Wände der Gefäße dringen könnte; daß ſich endlich die Kalkſteine auch im Brennraume erhabner Gläſer durch die Sonnenſtralen in lebendigen Kalk verwandeln laſſen, welchen Verſuch **Well** (Rechtfertigung der Blackiſchen Lehre, Wien, 1771. 8.) zuerſt angeſtellt hat.

Da beym Brennen faſt die Helfte des Gewichts der Kalkſteine verloren geht, ſo ſcheint der rohe Kalk durch dieſe Operation vielmehr etwas zu **verlieren**, als anzunehmen. Schon **Stahl** hat nach Macquers Bemerkung die ſalzartigen Eigenſchaften des Kalkes, ſo wie aller Salze, aus der Vereinigung des wäßrichten und erdichten Grundſtoffs erklärt, und angenommen, daß das Brennen den wäßrichten Grundſtoff hinwegführe, daß aber dieſe Tren-

nung die Neigung des erdichten Theils gegen das Waſſer nicht aufhebe, ſondern ſie vielmehr durch Verfeinerung der Erde noch mehr verſtärke, daher die in der Kalkerde bereits angefangene ſalzartige Miſchung im lebendigen Kalke noch vollkommner werde, wenn man ihn aufs neue mit Waſſer vermiſche.

Durch die neuern Entdeckungen über die **Luftſäure**, ſ. **Gas, mephitiſches**, iſt dieſe Theorie weit mehr aufgeklärt und vollſtändiger gemacht worden. **D. Black** in Edinburgh (Exp. on Magneſia alba etc. in den Eſſays and obſ. read before a Society in Edinb. Vol. II. p. 157.) zeigte im Jahre 1756 zuerſt, daß die von ihm ſogenannte **fixe Luft** hiebey eine ſehr wichtige Rolle ſpiele, indem ſie eben dasjenige iſt, was aus dem rohen Kalke ſowohl beym Brennen, als beym Aufgießen der Säuren, herausgeht. Er nahm den Kalk von Natur ſcharf und im Waſſer auflöslich an, glaubte aber, daß die fixe Luft im rohen Kalke dieſe Schärfe und Auflöslichkeit vermindere, und mit ihm gleichſam ein Mittelſalz bilde. Durchs Brennen gehe die fixe Luft nebſt dem Waſſer, und dadurch zugleich ein Theil des Gewichts verloren; daher zeige nun der gebrannte Kalk ſeine Schärfe und Auflöslichkeit. An der Luft empfange er wieder fixe Luft, und kehre daher in den Zuſtand des rohen Kalks zurück. Das Aufbrauſen mit den Säuren entſtehe durch Entwicklung der fixen Luft, und falle beym lebendigen Kalke darum hinweg, weil dieſer keine fixe Luft mehr enthalte. Die Kalkerde habe mehr Verwandſchaft zur fixen Luft, als die Laugenſalze; daher entziehe der gebrannte Kalk den letztern ihre fixe Luft, oder das, was ſie vorher neutraliſirte oder **mild** machte, werde aber dadurch ſelbſt mild und in rohen Kalk verwandelt.

Dieſe Theorie iſt durch die neuern Unterſuchungen der Luftſäure immer mehr beſtätiget worden. Nach **Bergmann** (De acido aëreo, §. 11.) iſt der rohe Kalk ein ſchwer auflösliches Mittelſalz, welches ohngefähr 55 Theile reine Kalkerde, 11 Theile Waſſer und 34 Theile Luftſäure enthält. Durch das Brennen werden die Luftſäure und das Waſſer herausgetrieben, daher auch Bergmann den rohen Kalk

luftſäurehaltigen oder milden (Calx aërata), den gebrannten reinen Kalk (Calx pura) nennt. Obgleich die Luftſäure aus dem Kalkwaſſer rohen Kalk niederſchlägt, und ihm die Auflöslichkeit benimmt, ſo löſet doch die Ueberſättigung mit Luftſäure den rohen Kalk ſelbſt wieder auf, und verbindet ihn mit dem Waſſer, ohne jedoch ſeine Aetzbarkeit wieder herzuſtellen. Auf dieſe Art können die Waſſer, und beſonders die Sauerbrunnen eine große Menge rohen Kalk in ſich aufgelößt enthalten. Das Kochen, welches die Luftſäure austreibt, ſchlägt auch dieſen rohen Kalk wiederum nieder. **Jacquin** (Examen chemicum doctrinae Meyerianae de acido pingui. Vindob. 1769. 8.) hat die Richtigkeit dieſer Theorie durch entſcheidende Verſuche dargethan.

Die Erhitzung des gebrannten Kalks beym Löſchen mit Waſſer war noch das einzige Phänomen, um deſſen willen viele Chymiker die Meyeriſche Idee beybehielten, daß ſich beym Brennen Feuertheile mit dem Kalke verbänden, und beym Löſchen wieder entwickelten, woraus auch noch viele die Aetzkraft herleiteten, die man aus einer vorgefaßten Meynung nicht gern für etwas anders, als für eine Wirkung des Feuers, halten wollte. Seitdem man aber von gebundner und freyer Wärme, und von der Natur der Kauſticität richtigere Begriffe erlangt hat, werden dieſe Phänomene keinen Naturforſcher mehr für die meyeriſche Hypotheſe einnehmen. Man weiß, daß Erhitzung überall entſteht, wo Feuer, das vorher gebunden war, frey wird, welches bey der Löſchung des Kalks eben ſo, wie bey vielen andern Verbindungen verwandter Stoffe, ſtatt findet; die Aetzbarkeit aber kan man für nichts anders, als für eine Wirkung der chymiſchen Verwandſchaften oder Wahlanziehungen halten, ſ. Kauſticität.

Das Binden und Erhärten des Mörtels iſt eine Folge der großen Feinheit der Theile des gelöſchten Kalks, welche ſich auf die Oberfläche der harten Theile des Sandes genau anſetzen, und wegen der Menge der Berührungspunkte damit ſehr ſtark zuſammenhängen, ſ. Cohäſion. Zu dieſer Härte des Mörtels trägt das Waſſer viel bey, wel-

ches man aus dem älteſten und trockenſten Mörtel über dem Feuer in großer Menge erhält. Eben ſo überzieht das Kalkwaſſer in unverſtopften Gefäßen die Seitenwände mit einem feſten anhängenden Niederſchlage, den man kaum anders, als durch Abſchleifen, hinwegbringen kan.

Außer dem Gebrauche in der Baukunſt benützt man auch den rohen und gebrannten Kalk zu Düngung der Felder; beym Seifenſieden, Haarbeitzen und Lederbereiten; in der Färbekunſt bey Bereitung des Indigs, Lakmuſes und der Orſeille, zum Bleichen, zur Einſaugung der Säure bey Obſt- und ſüßen Weinen, ingleichen beym Zuckerſieden; mit Eyweiß, Käſe u. dgl. zum Kütten, und zu mancherley chymiſchen Bereitungen. In der Arzneykunſt wird das Kalkwaſſer, aus Muſchel- und Auſterſchalen bereitet, und mit Milch vermiſcht, als ein abſorbirendes und zugleich ſtärkendes Mittel, ingleichen als ein austrocknendes zu Heilung der Geſchwüre in den weichen Theilen des Körpers, und als Auflöſungsmittel gegen Nieren- und Blaſenſteine benützt.

Macquer chym. Wörterbuch, durch Leonhardi Art. Kalch, ſteinartiger oder erdichter.

Gren ſyſt. Handbuch der Chemie. 1. Theil. S. 167—179.

Kalke, metalliſche, Metallkalke, metalliſche Erden, Calces metallicae, *Chaux metalliques*. So nennt man das, was übrig bleibt, wenn man die Metalle ihres **Brennbaren** beraubt (**verkalkt, calcinirt**) hat, ſ. **Verkalkung**. Dahin gehört die Mennige aus dem Bley, die Zinnaſche aus dem Zinn, das rothe Präcipitat aus dem Queckſilber, und ſehr viele andere ähnliche Materien. Dieſe metalliſchen Kalke oder Erden ſind nicht einfach, und haben für jedes Metall beſondere Eigenſchaften; ſtimmen aber alle darinn überein, daß ſie weniger ſchmelzbar, feuerbeſtändiger, minder auflöslich in Säuren, und von geringerer ſpecifiſchen Schwere, aber von **größerm abſoluten Gewichte** ſind, als die Metalle, aus denen ſie entſtehen. Aus 100 Pfund Bley z. B. erhält man über 110 Pfund Bleykalk.

Man kan die Metalle entweder durch das Feuer an

freyer Luft, mittelſt einer Art von Verbrennung, oder durch Auflöſung in Säuren, vorzüglich in der Vitriol- und Salpeterſäure, oder durch die Verpuffung mit dem Salpeter in Kalke verwandeln. Durch alle dieſe Mittel verlieren ſie ihre metalliſchen Eigenſchaften deſto mehr, je ſtärker ſie dadurch des in ihnen enthaltenen Phlogiſtons beraubt werden.

Von dem lebendigen Kalke, (ſ. den vorhergehenden Artikel) ſind dieſe metalliſchen Erden zwar ſehr weſentlich unterſchieden, ſie haben aber doch mit ihm die ähnliche Eigenſchaft, daß ſie die Laugenſalze äzbar machen. Daß man aber beyden Subſtanzen einerley Namen gegeben hat, kömmt wohl daher, weil man ehedem alles Kalk nannte, was durch die Wirkung des Feuers ohne Flamme in ein erdichtes Pulver zerfallen war.

Unter den Erſcheinungen der Metallkalke iſt die beträchtliche Vermehrung des abſoluten Gewichts bey der Verkalkung gewiß eine der merkwürdigſten. Man hat ſie frühzeitig wahrgenommen, und auf mannichfaltige Art zu erklären geſucht. Schon im Jahre 1630 leitete ſie **Jean Rey** (Eſſais ſur la recherche de la cauſe, pour laquelle l'Eſtain et le Plomb augmentent de poids, quand on les calcine, à Bazas, 8.) von der Luft her, welche die Zinn- und Bleykalke bey der Verkalkung einſaugten. Man verließ aber dieſe Meynung wieder, und erklärte mit **Boyle** (New experiments to make fire and flame ſtable and ponderable, Lond. 1673. 8. und in *Boyle's* Works, Vol. III.) und **Lemery** (Mém. de l'acad. de Paris, 1712.) dieſes Schwererwerden aus beygetretenen Feuertheilen. Als die Theorie des Brennbaren bekannter ward, und man die Verkalkung allgemein für eine Beraubung des Phlogiſtons erkannte, ſchien es denen, welche Feuer und Phlogiſton nicht deutlich unterſchieden, widerſprechend, daß beym Verluſte des leztern dem Kalke mehr Feuertheile beytreten ſollten (Diſſ. ſur la cauſe de l'augmentation de poids, que certaines matieres acquiérent dans leur calcination par le P. *Béraud*. à la Haye 1748. 8. *Vogel* Progr. quo experimenta chemicorum de incremento ponderis corp. calcin. examinat. Gott. 1753. 4.) und es blieb bey einer

Menge darüber vorgetragener Hypotheſen die Sache immer ein unerforſchliches Räthſel. **Meyer** glaubte es durch das Kauſticum, oder Acidum pingue aufzulöſen, welches er vom brennbaren Weſen unterſchied, und aus dem Küchenfeuer in die Kalke übergehen ließ; allein es fehlte dieſer angenommenen Urſache überhaupt an hinlänglichen Beweiſen Die Herren **de Morveau, Maret** und **Durande** (Elemens de Chymie theorique et prâtique. à Dijon, 1777. 12mo. überſ. von **Weigel**, Leipz. III. Th. 1778 — 1780.) haben das Phlogiſton als eine Materie ohne Schwere, oder gar als eine ſolche betrachtet, welche durch abſolute Leichtigkeit das Gewicht der Körper, denen ſie beytritt, vermindere, welcher Begriff, ob ihn gleich manche neuere Chymiker annehmen, dennoch mit den ausgemachteſten Grundſätzen der Phyſik ſtreitet, nach welchen jede Materie ſchwer iſt. Wollte man auch dieſe Verminderung blos auf das **relative Gewicht** beziehen, das die Körper in der Luft haben, ſo wie ein Stein unter Waſſer leichter wird, wenn man eine Blaſe voll Luft daran bindet, ſo würde doch dieſer Erklärung der Umſtand entgegen ſtehen, daß die Metalle zugleich **ſpecifiſch ſchwerer** ſind, als ihre Kalke.

Die neuern Bearbeitungen der Lehre von den Gasarten haben endlich auf die alte ſchon von **Rey** vorgetragne Meynung wieder zurückgeführt, nachdem auch **Hales** und **Prieſtley** gefunden hatten, daß die Metallkalke eine große Menge gasartige Materien enthielten. Wenn man dieſe Kalke durch Schmelzen mit zugeſetztem Phlogiſton zu Metallen **wiederherſtellet**, oder **reduciret**, ſo entſteht allezeit ein ſtarkes Aufbrauſen, und es entwickelt ſich eine Menge gasartiger Materie. **Lavoiſier** (Opuſcules chym. et phyſ. To. I. p. 285. To. II. p. 311. ſq.) und **Bayen** (in *Rozier* Journ. de phyſ. To. III. p. 120. T. VI. p. 487. To. VII. p. 390. ſq.) haben es durch zahlreiche Verſuche höchſt wahrſcheinlich gemacht, daß dem Metalle bey der Verkalkung ein Antheil von **dephlogiſtiſirter Luft** aus der Atmoſphäre beytrete. Die vorzüglichſten Beweiſe dafür ſind, daß die Verkalkung nie ohne Zutritt der Luft von ſtatten geht, daß ſich bey der Reduction der Kalke Gasarten ent-

wickeln, deren Gewicht mit dem Uebergewichte der Kalke übereinkömmt, und daß endlich bey jeder Verkalkung eine Menge Luſt verſchluckt wird, die mit der Menge des erhaltenen Kalks im Verhältniſſe ſteht. Lavoiſier ſetzte abgewogenes Zinn in einer gläſernen verſchloßnen Retorte dem Feuer aus. Die Verkalkung hörte bald auf, und die Retorte ſelbſt wog noch ſoviel, als vorher — ein ſicherer Beweis, daß der Zuwachs des Gewichts bey dem Kalke nicht von Feuertheilen herrühre. Als er aber die Spitze der Retorte abbrach, fuhr die äußere Luft mit einem Ziſchen hinein, und obgleich die Retorte ihr voriges Gewicht behalten hatte, fand ſich doch beym Zinne eine Vermehrung deſſelben. Bayen unterſuchte beſonders die Queckſilberkalke, und erhielt bey Wiederherſtellung derſelben allezeit eine Menge luftähnlicher Materie, welche der Menge des reducirten Metalls und dem Unterſchiede des Gewichts angemeſſen war. Beyde Chymiker ſchließen hieraus ſehr richtig, daß die Metallkalke durch das Hinzukommen einer Gasart an Gewichte zunehmen; ſie gehen aber noch viel weiter, ſchreiben die ganze Urſache der Verkalkung und Reduction dieſer Gasart allein zu, und ſuchen dadurch das Phlogiſton ganz aus den Erklärungen der Chymie zu verbannen, ſ. **Phlogiſton.**

Bey der Verkalkung des Zinns in einer gläſernen Retorte zeigte die übrigbleibende Luft alle Kennzeichen der **phlogiſtiſirten**, führte aber wenig oder gar keine **fixe Luft** bey ſich. Lavoiſier kan dies ſehr leicht erklären, da nach ihm die unreine Luft einen beſondern von Natur vorhandnen Theil der reſpirabeln ausmacht, welcher nothwendig zurückbleiben muß, wenn der reinere Theil in den Metallkalk eingeſogen wird. Prieſtley hingegen war mehr geneigt zu glauben, daß die Phlogiſtication der Luft von dem, dem Metalle entzognen, Brennbaren herrühre, und die bey ſolchen phlogiſtiſchen Proceſſen gewöhnlich entſtehende **fixe Luft** dasjenige ſey, was in den Kalk übergehe, und deſſen Gewicht vermehre, wie denn auch das bey der Wiederherſtellung der Kalke entwickelte Gas gröſtentheils fixe Luft iſt,

Allein die Phänomene der Queckſilberniederſchläge, (ſ. den Art.: **Gas dephlogiſtiſirtes**), welche ſich ohne Zuſatz von Phlogiſton reduciren laſſen, und dabey keine fixe, ſondern die reinſte dephlogiſtiſirte Luft geben, machen es wahrſcheinlicher, daß bey der Verkalkung der Metalle bloß der reine oder dephlogiſtiſirte Theil der Luft eingeſogen werde, und die fixe Luft bey der Reduction auf eine bisher noch unbekannte Art durch das zugeſetzte Brennbare entſtehe, ſ. **Verkalkung**.

Nach **Crawford's** Theorie und Verſuchen binden die Metallkalke allerdings mehr Feuer, als die Metalle ſelbſt, nur daß hieraus die Zunahme ihres Gewichts nicht hergeleitet werden kan. Die ſpeciſiſche Wärme oder Capacität Feuer zu binden iſt (die des Waſſers = 1 geſetzt) für Eiſen, Zinn, Bley und Spießglaskönig 0,125; 0,068; 0,050; 0,086; für ihre Kalke 0,320; 0,096; 0,068; 0,220.

Macquer Chymiſches Wörterb., Art. Kalche, metalliſche.

Hagen Grundriß der Experimentalchemie, Königsb. und Leipzig, 1786. gr. 8. S. 235.

Kalkerde, Terra calcarea, *Terre calcaire*. Eine eigne von den übrigen weſentlich verſchiedene Erde, welche im natürlichen Zuſtande mit allen Säuren brauſet, durch die Wirkung des Feuers aber die Kennzeichen des lebendigen Kalks annimmt. Bey dem Worte: **Kalk** iſt gezeigt worden, daß dieſe Erde oder der rohe Kalk im natürlichen Zuſtande eine große Menge **Luftſäure** bey ſich führe, welche durch die Säuren ſowohl, als durch das Feuer, herausgetrieben wird. Allem Anſehen nach liegen die Aetzbarkeit, Auflöslichkeit im Waſſer und übrigen Eigenſchaften des lebendigen Kalks ſchon im rohen Kalke ſelbſt, werden aber durch die Verbindung mit der Luftſäure in hohem Grade geſchwächt, und zeigen ſich erſt alsdann wieder, wenn die Luftſäure hinweggetrieben iſt. Dem zufolge iſt die Kalkerde von Natur mit Luftſäure geſättiget, und giebt von derſelben befreyt den **lebendigen Kalk**, der den Laugenſalzen ähnlich iſt.

Das Aufbrauſen mit den Säuren iſt das gewöhnliche Kennzeichen, wodurch man die Kalkerde von andern erdichten Materien, und vornemlich von der Kieſelerde, unterſcheidet. Doch iſt hiebey zu bemerken, daß die Kalkerde, wenn die Säuren ſehr verdünnt ſind, oder wenn ſie von ihrem Gas ſchon befreyt iſt, nicht mehr brauſet, ingleichen, daß es noch mehrere mit den Säuren brauſende Materien giebt (wovon bey dem Worte **Gas** häufige Beyſpiele vorkommen), die man alſo noch durch andere Kennzeichen von den kalkartigen Stoffen unterſcheiden muß.

Die Kalkerde giebt mit der Vitriolſäure den **Selenit** oder **Gyps**, mit der Kochſalzſäure den **fixen Salmiak**, mit der Flußſpathſäure den **Flußſpath**, mit der Salpeterſäure das **ſalpetrige Kalkſalz** oder den **balduinſchen Phoſphorus**, mit den vegetabiliſchen Säuren den **Eſſigſelenit, Weinſteinſelenit, Citronenſelenit** u. ſ. w. mit der Fettſäure das **thieriſche Kochſalz**, und mit der Ameiſenſäure den **Ameiſenſelenit**. Sie zerſetzt alle Salmiakſalze, verbindet ſich mit den Säuren derſelben, und macht das flüchtige Alkali daraus frey.

Sie iſt für ſich allein im ſtrengſten Feuer unſchmelzbar, mit den feuerbeſtändigen Laugenſalzen aber fließt ſie durch die Hitze nach **Achards** Verſuchen (Samml. phyſ. und chem. Abhandl. B. 1. S. 379 und 444.) zu einer Art von Glas.

Da die Decken aller Schalthiere aus einer ſehr reinen Kalkerde beſtehen, und man die Ueberbleibſel der ehemaligen Seethiere vorzüglich in den kalkartigen Schichten des Erdbodens antrifft, ſo haben ſehr viele Geologen mit **Buffon** den Urſprung aller Kalkerde und kalkartigen Materien überhaupt von den Schalthieren hergeleitet. Sollte dieß auch nicht allgemein gelten, ſo iſt es doch von einigen Kalkſchichten gar nicht zu läugnen, in welchen die Trümmern ehemaliger Conchylien ſo häufig ſind, daß ſie bey weitem den größten Theil der ganzen Maſſe ausmachen. Wenn man die unbeſchreibliche Menge der in den Kalklagern be-

grabnen Muſcheln und Schalthiere nur einigermaßen kennt, ſo findet man den Gedanken, daß alle Kalkerde von ihnen herkomme, nicht mehr ſo übertrieben, als er auf den erſten Anblick zu ſeyn ſcheinet.

Man findet die Kalkerde auch in der Aſche der Pflanzen, und in den Knochen der Thiere, am allerhäufigſten aber im Mineralreiche, wo die kalartigen Berge, Flötze und Lager eine eigne Claſſe der Gebirge ausmachen, daß alſo die Kalkerde gewiß unter die Stoffe gehört, welche in der Natur am allgemeinſten verbreitet ſind.

Kalkſteine, Lapides calcarei, *Pierres calcaires.* Diejenige Claſſe von Steinen, deren einziger und vorzüglichſter Beſtandtheil die Kalkerde iſt. Dieſe Steine brauſen, wenn man Scheidewaſſer darauf tröpfelt, geben mit dem Stahle nicht Feuer, ſchneiden nicht in Glas, und zerfallen gebrannt in lebendigen Kalk. Dahin gehört die Kreide, die Bergmilch (Lac lunae), der gemeine Kalkſtein, der, wenn er farbicht und feſt genug iſt, den Namen des Marmors führt, der Kalkſpath, Stalaktit oder Tropfſtein u. a. m. Mit Vitriolſäure vermiſcht findet man die Kalkerde in den Gypsſteinen, ſ. Gyps; mit dem Phlogiſton im Stinkſteine und Leberſteine, mit Thon in den Mergelarten u. ſ. w.

Kalt, Frigidum, *Froid.* Wir nennen einen Körper **kalt**, entweder in Vergleichung mit andern, welche mehr freye, fühlbare Wärme bey ſich haben; oder in Beziehung auf unſer Gefühl, wenn er weniger freye Wärme hat, als der Theil unſers Körpers, den er berührt. Im letztern Falle nemlich entzieht er unſerm Körper Wärme, und erregt dadurch die Empfindung, die wir Kälte nennen. Kalt heißt alſo: Weniger warm, als etwas anderes, oder als unſer Körper, ſ. Kälte.

Kaltmachende Materie, Materia frigorifica, *Matiere frigorifique.* Nach der Art der Scholaſtiker, die für jedes Phänomen eine eigne Urſache oder Qualität an-

nahmen, erklärten ſonſt auch die Chymiker die Kälte für Wirkung eines eignen kaltmachenden Stoffs, den ſie in den Salzen, und beſonders im Salpeter ſuchten, den man aber bey den Erklärungen der Kälte ſehr wohl entbehren kan, zumal da ſich ſein Daſeyn durch keine Erfahrung beweiſen läßt, ſ. **Gefrierung, Kälte.** In einem andern Sinne wird der Name **kaltmachender Materien** denjenigen Auflöſungen beygelegt, welche viel Wärmeſtoff binden, und daher die berührenden Körper erkälten, wie z. B. die Miſchungen von Schnee und Salz, Schnee und Salzgeiſt ꝛc. ſ. **Kälte, künſtliche.** Schicklicher nennt man ſie **erkältende Miſchungen.**

Kapſelbarometer, ſ. **Barometer.**

Katakuſtik, Kataphonik, Catacuſtice, Cataphonice, *Catacouſtique*, *Cataphonique.* Dieſe eben nicht oft vorkommende Namen führt die Lehre vom zurückgeworfenen Schalle, oder derjenige Theil der Akuſtik, welcher von dem Echo handelt. Das Hauptſächlichſte hievon findet man bey dem Worte: **Echo.**

Katarakte, Cataracta, *Cataracte.* Dieſes griechiſche Wort bedeutet ſeiner Ableitung nach etwas, das von oben herabſtürzt. In der Naturlehre kömmt es in dreyerley Bedeutungen vor. Zuerſt heißt es, wie ſchon bey den Alten, ein **Waſſerfall,** (*Cataracte d'eau*) ſ. die Art. **Flüſſe, Waſſerfälle.**

Dann hat **Newton** (Princip. L. II. Prop. 36.) mit dem Namen der **Katarakte** den Raum belegt, in welchem das aus einem Gefäße durch eine Oefnung im Boden ausfließende Waſſer, vor dem Ausfließen, enthalten iſt. Die Geſtalt dieſes Raums iſt ähnlich mit der Geſtalt des ausfließenden Waſſerſtrals ſelbſt, welche **Gulielmini** (Menſur. aqu. fluent. L. V. P. 9.) figuram cadentis nennt, und durch eine der newtoniſchen ähnliche Gleichung beſtimmt, daher man auch dieſer Geſtalt den Namen der Katarakte beylegt. **Newton** bedient ſich ſeiner Idee ſehr

ſinnreich zu einigen hydrodynamiſchen Beſtimmungen; aber **Joh. Bernoulli** (Hydraul. P. II. art. 60.) und **d'Alembert** (Traité des fluides, art. 176—182.) haben gegen ſeine Methode ſehr erhebliche Erinnerungen gemacht.

Endlich giebt man den Namen Cataracta auch der Blindheit durch Verdunkelung der Kryſtallinſe, welche ſonſt der **graue Stahr** (Gutta opaca, Caligo lentis) genannt wird, ſ. **Auge, Geſichtsfehler.**

Katoptrik, Catoptrica ſ. Catoptrice, *Catoptrique.* Dieſen Namen führt die Lehre vom Sehen durch zurückgeworfene (reflectirte) Lichtſtralen, oder von dem Lichte, das von Spiegelflächen abprallet, ſ. **Zurückwerfung der Lichtſtralen.** Sie heißt ſonſt auch die **Anakamptik,** und macht einen Theil der optiſchen Wiſſenſchaften aus. Es wird in der Katoptrik zuerſt das Geſetz der Zurückwerfung erklärt, aus welchem ſich die Wege der Lichtſtralen, die von ebnen und krummen Flächen abprallen, beſtimmen, und daher auch die Eigenſchaften der ebnen und krummen **Spiegel** ableiten laſſen. Dies wird auf die Verfertigung einiger Werkzeuge angewendet, welche unter andern die Abſicht haben, dem Auge Hülfsmittel des Sehens zu verſchaffen, und die, wenn darinn Spiegel mit Gläſern verbunden werden, den Namen **katadioptriſcher Werkzeuge** führen.

Von der Theorie der Zurückwerfung des Lichts und von den Spiegeln war den Alten weit mehr, als von der Brechung, bekannt. Sie bedienten ſich nicht nur der Metallſpiegel zum gemeinen Gebrauch, ſondern ſie kannten auch die Vergrößerung und zündende Eigenſchaft der Hohlſpiegel, ſ. die Worte: **Spiegel, Brennſpiegel, Hohlſpiegel.**

Die Anfangsgründe der Optik und Katoptrik, welche man dem **Euklides** zuſchreibt, und die ſich mit in des **Gregory** Ausgabe der euklideiſchen Werke (Oxon. 1706. fol.) befinden, werden von Savile und Gregory für untergeſchoben und des Euklides unwürdig erklärt. Die Katoptrik enthält einige ganz falſche, oder nur halb wahre

und nicht genug beſtimmte Sätze. So wird z. B. blos geſagt, der Hohlſpiegel vereinige Sonnenſtralen, welche in gleicher Entfernung von der Axe auffallen, **irgendwo** zwiſchen dem Mittelpunkte und dem Spiegel; und gleich darauf wird der Mittelpunkt ſelbſt für den Ort angenommen, wo die meiſten Stralen zuſammenkommen, weil von jedem Punkte der Sonne ein Stral durch ihn gezogen, vom Spiegel wieder in ihn zurückgeworfen werde. Ein Geometer, wie Euklid, hätte wohl überſehen müſſen, daß es dadurch im Mittelpunkte höchſtens nur doppelt ſo warm werden könne, als es ohne Spiegel daſelbſt iſt.

Des **Ptolemäus** Bücher von der Optik, welche **Baco** anführt, ſind zwar verlohren; es ſcheint aber **Alhazen** ſehr viel daraus in ſein Werk übergetragen zu haben, welches im eilften Jahrhunderte in ſieben Büchern aufgeſetzt, und von **Friedrich Risnern** (Opticae theſaurus, Baſil. 1572. fol.) herausgegeben worden iſt. In dieſem Werke findet ſich unter vielen andern katoptriſchen Sätzen auch eine Auflöſung des Problems: Auf einem Kugelſpiegel den Reflexionspunkt zu finden, wenn die Orte des Auges und des Gegenſtandes gegeben ſind. **Alhazen** giebt eine Auflöſung davon vermittelſt der Hyperbel, durch eine geometriſche Analyſis, die ihm, wenn ſie ſeine eigne Erfindung wäre, einen hohen Rang unter den Geometern der vorigen Zeit anweiſen würde. Da man aber bey den Arabern in der höhern Geometrie keine ähnlichen Erfindungen weiter antrifft, ſo vermuthet **Montucla** nicht ohne Grund, daß dieſe Solution den griechiſchen Mathematikern zugehöre, und aus dem Ptolemäus entlehnt ſey. Inzwiſchen heißt die Aufgabe ſelbſt noch bis jetzt das **Problem des Alhazen**. Noch im vorigen Jahrhunderte haben ſich die gröſten Geometer mit ihr beſchäftiget (ſ. **Huygens** und **Sluſius** Auflöſungen in Philoſ. Trans. Num. 97. 98.), und Herr **Käſtner** (Problematis Alhazeni analyſis trigonometrica in Nov. Comm. Gott. To. VII.) hat eine ſchöne Auflöſung derſelben durch die trigonometriſche Analyſis gegeben.

Da das Geſetz der Zurückwerfung ſehr einfach iſt, ſo ward der theoretiſche Theil der Katoptrik mit Hülfe der

Geometrie bald aus demſelben entwickelt. Den Satz, daß der Brennraum des hohlen Kugelſpiegels um den vierten Theil des Durchmeſſers vom Spiegel abſteht, gab **Porta** (De refractione, Neap. 1593. 4.) zuerſt an. **Kepler** (Paralipomena ad Vitell. Frf. 1604. 4.) und **Barrow** (Lectiones opticae, Lond. 1674. 4.) trugen die katoptriſchen Sätze, als geometriſche Folgen des Hauptgeſetzes der Reflexion, ſchon ziemlich vollſtändig vor. Der letztere nahm über den ſcheinbaren Ort der Bilder in den krummen Spiegeln einen neuen Grundſatz an, und veranlaßte dadurch die Unterſuchungen und Streitigkeiten, von welchen bey dem Worte: **Bild**, einiges vorkömmt.

Was ſeitdem in der Katoptrik geleiſtet worden iſt, hat größtentheils den praktiſchen Theil, d. i. die Verfertigung der Spiegel und ihre Anwendungen zu mancherley Abſichten betroffen. Das Meiſte hievon findet man bey den Worten: **Brennſpiegel**, **Spiegel**, **Spiegelteleſkop**, **Mikroſkop**, **Polemoſkop**, **Anamorphoſe** ꝛc. erzählt. Man hat es beſonders in Verfertigung der Metallſpiegel zu Teleſkopen zu einer großen Vollkommenheit gebracht; die Spiegel des Herrn **Herſchel** übertreffen in dieſer Abſicht alles, was man nur hoffen konnte, und haben uns ſchon zu ganz neuen und unerwarteten Entdeckungen am Himmel verholfen.

Eine vollſtändige Anwendung der allgemeinen Arithmetik auf die Katoptrik hat Her **Käſtner** (Vollſtändiger Lehrbegrif der Optik, nach dem Engliſchen des **Smith**, mit Aenderungen und Zuſätzen von **Käſtner**, Altenb. 1766. 4. Analytiſche Katoptrik, S. 81—98.) geliefert.

Die Geſchichte der optiſchen Wiſſenſchaften, mithin auch der katoptriſchen Entdeckungen und Werkzeuge, haben die Herrn **Prieſtley** und **Klügel** (**Prieſtley** Geſchichte und gegenwärtiger Zuſtand der Optik, überſ. mit Anm. und Zuſ. von **G. S. Klügel**, Leipzig, 1776. gr. 4.) vortreflich bearbeitet. Verzeichniſſe von Schriften hiezu geben **Wolf** (Kurzer Unterricht von den vornehmſten mathematiſchen Schriften, im 4ten Buche der Anfangsgr. math. Wiſſ. Cap. 10.) und vollſtändiger Herr **Scheibel** (Ein=

leitung zur mathematiſchen Bücherkenntniß, 9tes Stück, Breslau, 1777. 8.).

Kauſticität, Aetzbarkeit, Aetzkraft, Beizende Kraft, Vis cauſtica, corroſiva, *Cauſticité.* Die ſcharfe und freſſende Eigenſchaft vieler Subſtanzen, z. B. der concentrirten **mineraliſchen Säuren,** der **Laugenſalze,** des **lebendigen Kalks, Arſeniks, ätzenden Queckſilberſublimats,** der **Silberkryſtallen, Spießglasbutter** ꝛc., vermöge welcher ſie die Theile des thieriſchen Körpers zerſetzen, und daher auf denſelben innerlich als Gifte, äußerlich als Aetzmittel wirken; überhaupt aber auch an unorganiſirten Körpern auflöſende Kräfte ausüben. Man wird ſchon aus dieſer Beſchreibung ſehen, daß die Aetzbarkeit in einer ſtarken Auflöſungskraft oder in einer ſehr thätigen Verwandſchaft mit vielen Subſtanzen, beſtehe.

Die große Aehnlichkeit zwiſchen den Wirkungen der Aetzmittel und des Feuers, bewog die Chymiker, das Feuer für die einzige ätzende Subſtanz anzunehmen und die Kauſticität des Kalks, der Laugenſalze und der Säuren aus den Feuertheilchen herzuleiten, welche ſich in den Zwiſchenräumen dieſer Subſtanzen befänden. Aus dieſer Theorie hat ſchon **Lemery** mit ungemeiner Leichtigkeit eine große Menge chymiſcher Erklärungen hergeleitet. **Meyer** in Osnabrück (Chym. Verſ. zur nähern Kenntniß des ungelöſchten Kalks ꝛc. Hannover, 1764. 8.) änderte ſie dahin ab, daß er anſtatt des reinen Feuers, vielmehr eine Miſchung deſſelben mit einer Säure, unter dem Namen des **Kauſticums** oder der **fetten Säure** für den Grund aller Aetzbarkeit annahm -- eine Theorie, die er mit ſorgfältigen und an ſich ſehr ſchätzbaren Erfahrungen zu unterſtützen ſuchte. **Baume** (Chymie experimentale et raiſonnée, à Paris, 1773. III. To. 8. überſetzt von **J. C. Gehler,** Leipzig, 1775. 1776. III Th. gr. 8.) verwarf zwar das Meyeriſche Kauſticum, und nahm dafür das **faſt reine Feuer** an, welches ſich in unendlich verſchiedenen Verbindunszuſtänden mit andern Körpern befinden

könne; er erklärt aber hieraus die Aetzbarkeit des **Kalks**, der Laugenſalze, Säuren ꝛc. eben ſo, wie Meyer, und ſetzt noch hinzu, daß das Feuer die einzige Urſache des Geſchmacks der Salze ſey, als welcher bloß in den Modificationen ihrer Aetzkraft beſtehe.

Indeſſen hatte D. Black in Edinburgh ſeine Verſuche über die in den Kalkerden und Laugenſalzen enthaltene **fixe Luft** ſchon im Jahre 1756 bekannt gemacht. Dieſe Verſuche bewieſen deutlich, daß die gedachten Subſtanzen im natürlichen Zuſtande mit einer Menge fixer Luft geſättiget ſind, und daß ſie nur in demjenigen Grade ätzbar werden, in welchem man ſie durch das Feuer oder durch andere Mittel von dieſer gasartigen Materie befreyet; daß die Laugenſalze durch die Sättigung mit fixer Luft ihre Aetzkraft verlieren und **mild** werden; daß der lebendige Kalk den Laugenſalzen dieſes Gas wieder entziehet, wodurch er ſelbſt **mild** wird, die Salze aber die Aetzbarkeit wieder erhalten; daß endlich die Alkalien im Zuſtande der Milde oder der Sättigung mit Gas der Kryſtalliſirung fähig ſind, durch die Entziehung des Gas aber mit der Kauſticität zugleich die größte Zerfließbarkeit erhalten.

Dieſe wichtige Entdeckung einer Materie, auf welche man bey den bisherigen Theorien gar nicht gerechnet hatte, und welche Feuer und Kauſticum hiebey völlig zurückwies, mißfiel den Chymikern, die ſich mit den vorigen leichten Erklärungen befriediget hatten, und veranlaßte anfänglich Mißtrauen und Einwendungen gegen die von **Prieſtley** weiter bearbeitete Lehre von den Gasarten. Sie ward aber bald von einigen großen Chymikern in Deutſchland und Frankreich, von **Jacquin, Well, Lavoiſier** (Opuſcules chym. et phyſ. Paris, 1774.) mit einer Gewißheit beſtätiget, die keine weitern Zweifel zuließ.

Einer der ſtärkſten Gründe für das alte Syſtem war dieſer, daß die Säuren mit rohem Kalk und milden Alkalien kaum eine merkliche Wärme erzeugen, da ſie hingegen mit dem lebendigen Kalke und ätzenden Laugenſalzen eine brennende Hitze hervorbringen. Dieſe Erhitzung hatte man ſonſt aus dem Feuer der ätzenden Stoffe ſo leicht er-

klärt, daß es ſchwer hielt, die Erklärung aufzugeben, zumal da ſich nicht gleich eine andere an ihre Stelle ſetzen ließ. **Macquer** bemüht ſich, den Mangel der Erhitzung bey den milden Subſtanzen aus dem Aufbrauſen herzuleiten, welches er als eine Kälte erzeugende Ausdünſtung anſieht, und das bey den ätzenden ihres Gas ſchon beraubten Materien hinwegfällt. Weit natürlicher aber iſt es, nach den jetzt geltend gemachten Begriffen von Wärme, zu ſagen, daß die ätzenden Subſtanzen mehr Wärme zu binden vermögend ſind, als die milden.

Inzwiſchen haben doch viele neuere Chymiſten zugleich mit der Theorie des **D. Black** noch einige Wirkung des Feuers bey der Aetzbarkeit angenommen. **Macquer** ſelbſt ſieht das freye Feuer als eine Bedingungsurſache hiebey an, weil es die einzige Urſache der Flüßigkeit iſt, ohne welche keine Auflöſung, alſo auch kein Aetzen und kein Geſchmack, ſtatt finden kan; ſo wie auch Niemand läugnen wird, daß das freye Feuer ſelbſt das lebhafteſte Aetzmittel ſey, auch die Aetzkraft und den Geſchmack anderer Subſtanzen verſtärke.

Die Aetzkraft der Körper nimmt deſto mehr ab, je mehr ſie geſättiget, oder je genauer und ſtärker ihre Theile unter ſich und mit andern verbunden werden. Ein kauſtiſches Laugenſalz, mit Luftſäure geſättiget, hat noch immer einen großen Theil ſeiner Thätigkeit übrig, und verliert noch nicht die Kennzeichen der Alkalien: mit Oelen oder Fetten verbunden, mit denen es ſich genauer vereinigen kan, giebt es die Seifen, in welchen die auflöſende Kraft ſchon weniger merklich iſt: mit den Säuren, mit denen es eine ſehr innige Verbindung eingeht, giebt es Neutralſalze, z. B. den vitrioliſirten Weinſtein, welche wenig auflöſende Kraft und nur einen mäßigen Salzgeſchmack haben: auf die Erden endlich äußert es mit Hülfe des Schmelzfeuers ſeine Kraft ſo vollkommen, daß ſie völlig erſchöpft wird, und das daraus entſtehende Glas nicht die geringſte Spur von Aetzbarkeit oder Geſchmack übrig behält. Aus allen dieſen Produkten läßt ſich auch das Alkali deſto ſchwerer ſcheiden, je geringer die Aetzbarkeit geworden iſt. Eben

ſo iſt es mit den Säuren; die Salpeterſäure z. B. verliert ihre auflöſende Kraft, wenn ſie auf Kalkerden gewirkt hat, ſie behält aber dieſelbe, wenn ſie Zinn zerfreſſen hat; ſie iſt nemlich mit der Kalkerde in Vereinigung getreten, vom Zinne aber abgeſondert geblieben.

Dieſen Betrachtungen zufolge hält **Macquer** die Kauſticität für nichts anders, als für die allgemeine Kraft, mit welcher alle Theile der Materie ſich genau zu vereinigen ſtreben. Sind die Grundſtoffe eines Körpers ſchon in dieſer genauen Vereinigung, wie im Kieſel ꝛc., ſo iſt dieſe Kraft befriediget oder verwendet, und ein ſolcher Körper zeigt weder Aetzbarkeit, noch Geſchmack, noch Auflöſungskraft. Iſt hingegen durch irgend eine Urſache dieſes Streben nach Vereinigung in den Theilen eines Körpers oder einer Miſchung noch gar nicht oder nicht völlig befriediget, ſo beſitzen dieſelben einen Grad von Aetzbarkeit, Geſchmack und Auflöslichkeit, der dem übriggebliebenen oder noch nicht verwendeten Vereinigungsbeſtreben angemeſſen iſt.

Dieſe ſehr einfache Erklärung der Aetzbarkeit würde der Aufmerkſamkeit der Chymiker, die ſchon ſoviel von den Verwandſchaften und Aneignungen der Körper unter einander wußten, nicht entgangen ſeyn, wenn ſie nicht blos auf dasjenige geſehen hätten, was der vom Aetzmittel angegriffene Körper leidet. Sie blieben bey der Zerfreſſung der Haut, dem Schmerze, der Hitze, der Entzündung ſtehen, welche alle den Wirkungen des Feuers ſo ähnlich ſind, ohne zu erwägen, daß dabey das Aetzmittel ſelbſt ſich mit dem aufgelösten Körper vereiniget, dadurch ſeine Aetzbarkeit verliert, dieſelbe aber ſogleich wieder erhält, ſobald man es durch irgend ein Mittel von dieſer Vereinigung befreyet. Dieſe Umſtände zeigen, daß das Aetzen nichts weiter, als eine wechſelſeitige Auflöſung ſey, daher man Urſache genug hat, es eben ſo, wie jede andere Auflöſung, aus dem allgemeinen Vereinigungsbeſtreben oder der chymiſchen Verwandſchaft, zu erklären. So wird dieſe in der Chymie höchſt merkwürdige Erſcheinung auf das allgemeine Phänomen der Attraction zurückgebracht, von dem ſich bisher noch

keine weitere Urſache angeben läßt, ſ. **Attraction**, **Verwandſchaft**.

Macquer chym. Wörterbuch, Art. Aetzbarkeit.

Keil, Cuneus, *Coin.* Der Keil iſt eine von den ſechs einfachen Maſchinen oder Potenzen der Mechanik. Er beſteht aus einem dreyeckichten Priſma ABC, Taf. XII. Fig. 86., von dem zwo Seitenflächen AC und BC, die einen ſpitzigen Winkel C mit einander machen, durch eine Gewalt, die auf die dritte Seitenfläche AB wirkt, z. E. durch Gewichte oder Schläge, zwiſchen Dinge getrieben werden, die man von einander ſondern, z. B. zwiſchen Holz, um es zu ſpalten. Man ſieht ihn insgemein als zwo ſchiefe Flächen ADC und BDC an, die mit ihren Grundflächen DC an einander gefügt ſind, und gewöhnlich einander gleich und ähnlich genommen werden.

Die mechaniſchen Schriftſteller ſind über die Theorie des Keils ſehr verſchiedener Meynung geweſen. **Ariſtoteles**, in den mechaniſchen Fragen ſahe den Keil, wie zween entgegengeſetzte Hebel, **Merſenne** als einen Hebel der zweyten Art an; die Meiſten betrachteten ihn als eine Zuſammenſetzung zwoer ſchiefer Flächen. Das Verhältniß der Kraft zur Laſt für den Fall des Gleichgewichts geben **Merſenne** und **Parent** wie AD : DC, **Descartes**, **Wallis**, **Dechales** und **Keill** wie AB : DC, **Borellus** wie AD : AC; **Caſati** und **de la Hire** wie EG : GC, **Varignon** wie EG : GF an. Der Freyherr **von Wolf** folgt in den deutſchen Anfangsgründen der Mechanik dem Merſenne, in den lateiniſchen dem Wallis; und **s'Graveſande** nimmt für die einfachen Fälle des Wallis, für das Holzſpalten des de la Hire Meynung an.

Georg Friedrich Bärmann, vormals Profeſſor der Mathematik zu Wittenberg (Diſſ. de cuneo. Wittenb. 1751. 4.), hat die Lehre vom Keile im Allgemeinen abgehandelt, und erwieſen, daß ſich überhaupt für das Gleichgewicht beym Keile die Kraft zum Widerſtande, wie

$$\text{ſin. } ACD \times \text{ſin. } GEF : \text{coſ. } CEF$$

verhalte. Iſt hiebey die Richtung EG, nach der das

Holz zuſammenzugehen ſtrebt, ſenkrecht auf die Seite des Spalts EF, wie dies doch mehrentheils der Fall ſeyn wird, ſo wird ſin. GEF = 1, und coſ. CEF = ſin. CEG, daher ſich das angegebne Verhältniß in

ſin. ACD : ſin. CEG oder EG : GC

verwandelt, daß alſo für dieſen Fall **de la Hire's** Meynung richtig iſt.

Wenn der Keil an der Seite des Spalts völlig anliegt, wie die Gewölbſteine, welche mit den Seitenflächen an einander paſſen, ſo wird GC = GE. Für dieſen Fall iſt alſo **Varignons** Angabe richtig; zugleich auch die des **Borellus**, weil ſich wegen der ähnlichen Dreyecke CEG und CDA, EG : GC wie AD : AC verhält.

Für alle dieſe Fälle verhalten ſich auch die Räume, durch welche Kraft und Laſt zugleich bewegt werden, umgekehrt, wie Kraft und Laſt ſelbſt, oder wie GC : EG. Denn, indem der ſpaltende Keil um den Raum GC eindringt, wird der Theil des geſpaltenen Körpers, der anfänglich in G war, nach E gedrückt, alſo um den Raum EG fortbewegt.

Iſt hingegen die Richtung, nach welcher die getrennten Körper widerſtreben, wie Taf. XII. Fig. 87., nicht ſenkrecht auf die Seite, ſondern parallel mit AB, ſo verwandelt ſich das Verhältniß EG : GC in AD : DC, d. i. in das von **Merſenne** und **Parent** angenommene, wobey ſich wiederum die Räume in dem umgekehrten Verhältniſſe GC : EG befinden, weil der Keil um den Raum GC eindringen muß, wenn der Körper E von G bis E fortgebracht werden ſoll.

Das von **Descartes** und **Wallis** angegebne Verhältniß AB : DC kan bey einem Keile, wie hier angenommen wird, gar nicht ſtatt finden. Die Vertheidiger deſſelben haben es aus dem Satze hergeleitet, daß ſich die Räume umgekehrt, wie die Kräfte verhalten. Sie haben aber dabey die Linie EH fälſchlich für den Raum angenommen, durch den ſich die getrennten Theile E und H bewegt hätten. Freylich ſind dieſe Theile, die anfänglich in G beyſammen waren, jetzt um dieſe Linie von einander entfernt;

jeder an ſich aber iſt doch nur durch GE oder GH, d. i. nur durch die Helfte dieſer Linie gegangen. Anſtatt alſo das Verhältniß der Kräfte, wie EH : GC zu ſetzen, ſollten ſie es vielmehr EG : GC oder wie AD : DC annehmen, und s'Graveſande (Phyſices elem. mathematica, Leid. 1742. 4maj. To. I. Tab. X.), der das falſche Verhältniß durch einen Verſuch erweiſen will, hat ſich, wie **Bärmann** (§. VI.) ſehr deutlich zeigt, in Beſtimmung der Kraft, mit welcher ſeine beyden Walzen gegen einander gezogen werden, gröblich geirret.

Die Umſtände, welche die Theorie vorausſetzt, ſind beym wirklichen Gebrauche des Keils ſelten vorhanden. In den meiſten Fällen iſt die Kraft kein Druck, ſondern ein Stoß oder Schlag, deſſen Stärke ſich nach den Geſetzen der Statik gar nicht beurtheilen läßt; auch wirkt der Keil nie ohne beträchtliches Reiben. Dennoch läßt ſich bey Berechnung des Drucks der Gewölber die dahin gehörige Theorie mit Nutzen anwenden; wie man denn auch aus den angegebnen Verhältniſſen leicht überſieht, daß ein ſpitziger Keil in allen Fällen mehr Wirkung thut, als ein ſtumpfer.

Alle Werkzeuge mit Schneiden oder Spitzen, z. B. Meſſer, Beile, Scheeren, Degen, Nadeln ꝛc. wirken als Keile. Sie haben wenigſtens zwo unter einem ſpitzigen Winkel gegen einander geneigte Flächen. Daß dieſer Flächen bisweilen mehrere ſind, wie bey den vierſeitig pyramidaliſch zugeſpitzten Nägeln, oder gar unendlich viele, wie bey runden kegelförmig geſpitzten Körpern, ändert die Theorie nicht, wenn anders alle Seiten mit der Axe einerley Winkel machen.

G. F. Baermann Diſſ. de cuneo. Witeb. 1751. 5.

Käſtner Anfangsgr. der Mechanik, Göttingen, 1780. 8. Anm. §. 105. S. 63. u. f.

Kepleriſche Regeln, kepleriſche Geſetze des Planetenlaufs, Regulae Kepleri, *Loix de Kepler*. Unter dieſem Namen ſind in der Sternkunde drey von **Keplern** entdeckte Geſetze des Planetenlaufs bekannt, auf wel-

che ſich **Newtons** nachherige Entdeckungen nebſt der ganzen neuern Theorie der Planeten gründen.

Das erſte dieſer Geſetze iſt, **daß die Planeten nicht in Kreiſen, ſondern in Ellipſen laufen, in deren einem Brennpunkte die Sonne ſteht.** **Kepler** kam auf die Entdeckung deſſelben durch die Betrachtung der Beobachtungen, welche **Tycho** über den Lauf des Mars angeſtellt hatte, deſſen Eccentricität unter den übrigen Planeten die größte iſt. Er nahm zuerſt wahr, daß man die bisher angenommene Eccentricität dieſes Planeten, ſo wie die der Erde oder der Sonne, halbiren, und den wahren Mittelpunkt der Bahn, zwiſchen den Ort der Sonne und den Punkt, aus welchem die Bewegung des Planeten gleichförmig erſcheinen würde, mitten hineinſetzen müſſe. Dieſe Veränderung machte ſchon eine Menge Weitläuftigkeiten unnöthig, welche man bey den eccentriſchen Kreiſen der bisherigen Syſteme hatte anbringen müſſen, traf aber noch nicht völlig mit den wahren Stellen des Mars zwiſchen der Sonnennähe und Sonnenferne überein. Die berechneten Stellen eilten den beobachteten im erſten Quadranten der Bahn, von der Sonnenferne an gerechnet, vor, und blieben dagegen im dritten Quadranten hinter denſelben zurück; auch fanden ſich die nach der Hypotheſe berechneten Diſtanzen von der Sonne, um die Seiten herum kleiner, als die aus den Beobachtungen gefolgerten.

Dieſe Umſtände zeigten, daß die Bahn kein Kreis ſey. **Kepler** nahm ſie anfänglich, nach ſeinen eignen Ideen über die Urſachen der himmliſchen Bewegungen für ein Oval von beſonderer Art an, entwarf dafür Tafeln und Gleichungen, und bat ſeine Freunde, da er ſelbſt nicht Beobachter war, dieſe mit dem Himmel zu vergleichen. Den Erfolg hievon meldet er in folgender Stelle, die zugleich ein Beyſpiel ſeiner lebhaften Einbildungskraft und dichteriſchen Schreibart giebt. „At dum de motibus „Martis in hunc modum triumpho, eique ut plane devi„cto tabularum carceres aequationumque compedes ne„cto, diverſis nuntiatur locis, futilem victoriam, ac „bellum tota mole recrudeſcere; nam domi quidam ca-

„ptivus, vt contemptus, rupit omnia aequationum vin-„cula, carceresque tabularum effregit. Iamque parum „abfuit, quin hoſtis fugitivus ſeſe cum rebellibus ſuis con-„jungeret, meque in deſperationem adigeret, niſi ra-„ptim nova rationum Phyſicarum ſubſidia, fuſis et pa-„lantibus veteribus, ſubmiſiſſem, et qua ſeſe captivus „proripuiſſet, veſtigiis ipſius nulla mora interpoſita in-„haeſiſſem.“ Er bemerkte nemlich, daß ſein Oval an den Seiten zu ſehr abgeplattet war, und ſubſtituirte demſelben die gewöhnliche apolloniſche **Ellipſe.** Auf dieſe Bedingung, ſagt er, ergab ſich der Gefangene. **Kepler** machte dieſe wichtige Entdeckung, die er zugleich auf alle übrigen Planetenbahnen ausdehnte, und aus phyſiſchen Gründen abzuleiten verſuchte, im Jahre 1609 bekannt (Aſtronomia nova αἰτιολογητός, ſ. Phyſica caeleſtis tradita commentariis de motibus ſtellae Martis, Pragae 1609. fol.), und ſie iſt ſeitdem durch alle Beobachtungen einhellig beſtätiget worden.

Das zweyte mit dem vorigen zugleich entdeckte Geſetz iſt dieſes, **daß** bey dem elliptiſchen Laufe der Planeten **die Sectoren oedr Flächenräume, welche die aus der Sonne nach dem Planeten gezogne Linie durchläuft,** ASM, MSm Taf. I. Fig. 17. **ſich wie die Zeiten verhalten,** in denen ſie durchlaufen werden. Im alten Syſtem hatte man die Bewegung im eccentriſchen Kreiſe gleichförmig, alſo die Cirkelſectoren den Zeiten proportional angenommen. Schon bey der Halbirung der alten Eccentricitäten ſahe **Kepler,** daß dies nicht mehr ſtatt finden könne, und daß die Bewegung in der wahren Bahn wirklich ungleichförmig ſeyn, alſo auch aus dem Mittelpunkte ungleichförmig erſcheinen müſſe. Glücklicher Weiſe kam er auf den Gedanken, die Sectoren von dem Orte der Sonne aus gezogen der Zeit proportional anzunehmen, und den Punkt, aus dem die Bewegung gleichförmig erſcheint, in den Mittelpunkt des alten Syſtems, oder jenſeits des neuen Mittelpunkts, von der Sonne um die doppelte Eccentricität entfernt, zu ſetzen. Als er zuletzt die apolloniſche Ellipſe für die Geſtalt der Bahn erkannte,

ward dieſer leztere Punkt der andere Brennpunkt der Ellipſe; er fand, daß aus demſelben die Bewegung zwar nicht völlig, aber doch beynahe gleichförmig erſchiene; daß aber die Proportionalität der Sectoren, die aus der Sonne oder dem erſten Brennpunkte gezogen wurden, mit den Zeiträumen, in allen Beobachtungen genau ſtatt fand. Durch dieſen Gang der Ideen ward die zwote Regel zugleich mit der erſten entdeckt.

Nach dieſen Regeln berechnete er nun ſeine Tafeln. Er nahm die ganze Fläche der elliptiſchen Bahn für 360° an, theilte ſie in Gedanken vom Brennpunkte aus in 360 gleiche Sectoren, welche die mittlern Anomalien von Grad zu Grad vorſtellten, und ſuchte die jedem Sector zukommenden Winkel an der Sonne, welche die wahren Anomalien gaben. Der Unterſchied zwiſchen beyden iſt die **Aequation oder Gleichung der Bahn**, durch welche er nach der vorhin angeführten Stelle den Planeten zu feſſeln ſuchte, ſ. den Artikel: Anomalie.

Das dritte Geſetz, daß ſich bey Körpern, welche um einerley Hauptkörper laufen, **die Quadratzahlen der Umlaufszeiten, wie die Würfel der mittlern Entfernungen vom Hauptkörper verhalten**, erfand dieſer große Geometer etwas ſpäter, und durch eine Veranlaſſung, die er ſeinem Hange zum Wunderbaren zu danken hatte. Als ein Mann von lebhafter Phantaſie, der auch nach dem Geſchmacke der damaligen Zeit die Aſtrologie trieb, und allerhand beſondere Uebereinſtimmungen in Zahlen und Verhältniſſen ſuchte, glaubte er nach Art der Pythagoräer eine eigne Harmonie zwiſchen den Tönen der Muſik, den regulären Körpern der Geometrie und den Entfernungen und Größen der Planeten zu finden. Bey dieſen Beſchäftigungen fiel er darauf, die Umlaufszeiten der Planeten um die Sonne mit ihren Entfernungen von derſelben zu vergleichen. **Jupiter** z. B. ſteht $5\frac{1}{5}$mal weiter von der Sonne ab, als die Erde, und braucht zu ſeinem Umlaufe $11\frac{6}{7}$mal mehr Zeit. Alſo verhalten ſich die Umlaufszeiten nicht ſo, wie die Entfernungen. Aber vielleicht verhalten ſich gewiſſe Potenzen oder Wurzeln dieſer Größen auf einer-

ley Art. In der Thaт iſt auch die Quadratzahl von 1:5 beynahe der Cubikzahl von $5\frac{1}{7}$ gleich. Beyde betragen ſehr wenig über 140. Am 8. März 1618 hatte Kepler dieſen Einfall zum Erſtenmale; er verglich verſchiedene Potenzen, ja ſogar die Quadrate der Umlaufszeiten und Würfel der Entfernungen einiger Planeten: aber ein Rechnungsfehler verhinderte für diesmal den Erfolg. Am 15ten May kam er wieder darauf, und fand mit einer Freude, die er ſehr lebhaft beſchreibt, die allgemeine Uebereinſtimmung, die er ſogleich öffentlich bekannt machte (Epitome aſtronomiae Copernicanae, Lincii, 1618. 8. Harmonicae mundi libri V. Linc. 1619. fol. p. 189.). Eben dieſes Geſetz findet auch bey dem Umlaufe der Jupiters- und Saturnsmonden um ihre Hauptplaneten ſtatt.

Dieſe drey Regeln, welche den copernikaniſchen Weltbau als wahr vorausſetzen, wurden von den Aſtronomen mit verdientem Beyfall aufgenommen und trugen viel dazu bey, das Anſehen dieſes Weltſyſtems zu befeſtigen. Welche Freude würde es für ihren vortreflichen Erfinder geweſen ſeyn, die bewundernswürdigen Folgen zu kennen, welche **Newton** funfzig Jahre darauf aus dieſen Regeln zog, als er das Geſetz der Gravitation aus ihnen herleitete, und die Mechanik des Himmels darauf gründete. **Kepler** hatte ſie blos aus Beobachtungen gezogen; **Newton** leitete aus ihnen ein noch allgemeineres Geſetz her, deſſen wirkliches Daſeyn er aus dem Mondlaufe erwies, ſ. **Gravitation.** Dadurch ſind ſie zu dem Range erwieſener Naturgeſetze erhoben worden. Sie fließen nemlich aus den Geſetzen der Centralbewegung und der Gravitation als nothwendige Folgen ab, wie für das erſte Geſetz aus Th. I. S. 475. dieſes Wörterbuchs bey I., für das zweyte aus S. 471., für das das dritte aus S. 480. bey V. im Art. **Centralbewegung**, erhellet.

Die Gewißheit dieſer Regeln iſt ſo feſt beſtätiget, daß man ſie ohne alles Mißtrauen, ſelbſt bey neuen Beſtimmungen, zum Grunde legt, wenn andere Mittel fehlen. So würden wir z. B. nicht im Stande ſeyn, die Entfernung des neuentdeckten Planeten **Uranus** von der Sonne anzu-

geben, weil ſein Abſtand zu groß iſt, um eine merkliche Parallaxe zu geben. Weil man aber aus ſeiner Bewegung ſchließen kan, daß er ſeinen Umlauf in $82\frac{1}{12}$ Jahren vollende, wovon die Quadratzahl 6791 zugleich der Würfel von $18\frac{9}{10}$ iſt, ſo ſchließt man nach der dritten kepleriſchen Regel mit aller Sicherheit, daß er von der Sonne beynahe 19mal weiter, als die Erde, entfernt ſey.

Montucla Hiſt. des mathem. To. II. P. IV. L. 4. §. 1.

De la Lande aſtronom. Handb. Leipz. 1775. gr. 8.

Kieſel, Silices, *Cailloux*. Diejenigen Steine, deren einzigen oder Hauptbeſtandtheil die Kieſelerde ausmacht. Sie brauſen nicht mit dem darauf getröpfelten Scheidewaſſer, geben mit dem Stahle Funken, ſchneiden in Glas, und widerſtehen dem Feuer ſehr ſtark. Zu dieſer Claſſe von Steinen gehört der Bergkryſtall, der Quarz, der gemeine Kieſel, Sand, Sandſtein, Hornſtein, Jaſpis, Agat, ꝛc. Nach Bergmanns neuern Beſtimmungen macht auch die Kieſelerde, mit Thonerde und etwas Kalkerde verbunden, den vornehmſten Beſtandtheil der Edelſteine aus.

Kieſelerde, Glaserde, glasachtige, verglasliche Erde, Terra ſilicea ſ. vitreſcibilis, *Terre de caillou*, *Terre vitrifiable*. Eine eigne von den übrigen weſentlich verſchiedene Erde, welche von keiner Säure, außer der des Flußſpaths, aufgelöſet wird, mit derſelben beym Anſchießen den Bergkryſtall giebt, von den ätzenden fixen Laugenſalzen auf dem naſſen Wege angegriffen wird, auf dem trocknen mit ihnen Glas giebt, rein hingegen dem Feuer außerordentlich widerſtehet.

Die reine Kieſelerde iſt im Waſſer unauflöslich, und kan nur fein zertheilt unſichtbarer Weiſe darinn ſchweben. Sie erregt auch ganz und gar keinen Geſchmack auf der Zunge. Für ſich allein kan ſie weder durch unſer Küchenfeuer, noch durch die Hitze des Brennpunkts geſchmolzen werden, und führt alſo den Namen der verglaslichen Erde nicht ganz ſchicklich. Man hielt ſonſt die fixen Laugenſalze

für die einzigen Auflöſungsmittel derſelben; neuere Entdeckungen aber haben gelehrt, daß die Flußſpathſäure ebenfalls zu denſelben gehöre, ſ. **Flußſpathſäure**. Beym Zuſammenſchmelzen der Kieſelerde mit den Laugenſalzen entſteht ein ſtarkes Aufſchwellen und Aufbrauſen, wobey eine Menge Luftſäure entbunden wird.

Wenn man reine kieſelartige Steine mit vier Theilen Weinſteinſalz, oder auch gutes weißes Glas mit drey Theilen deſſelben ſchmelzet, ſo erhält man eine durchſichtige, alkaliſch ſchmeckende Maſſe, welche an der Luft zerfließt, und dadurch die **Kieſelfeuchtigkeit** (liquor ſilicum) giebt. Das Laugenſalz läßt hiebey die Luftſäure fahren, welche ſeine Vereinigung mit der Kieſelerde hinderte, und wird das Zwiſchenmittel der Verbindung des Waſſers mit der Kieſelerde. Aus der Kieſelfeuchtigkeit ſchlägt jede Säure die Erde wiederum nieder, und man bedient ſich dieſes Mittels, die Kieſelerde ſo rein zu erhalten, als die Natur ſie nie liefert, indem man Vitriolſäure im Uebermaaße zuſetzt, in welcher ſich die beygemiſchten fremden Erden auflöſen. **Bergmann** (De terra ſilicea, in Opuſc. Vol. II.) giebt die ſpecifiſche Schwere dieſer getrockneten reinen Kieſelerde 1,975 an.

Da die Kieſelerde die Eigenſchaften, welche die Erden vornehmlich auszeichnen, als Härte, Schwere, Unſchmelzbarkeit, Feuerbeſtändigkeit ꝛc. in vorzüglich hohem Grade beſitzt, ſo iſt ſie von einigen Chymikern, welche Elemente anzunehmen geneigt ſind, z. B. von **Macquer**, als die einfachſte und elementariſche Erde betrachtet worden, aus welcher die Natur erſt in der Folge durch Organiſation in thieriſchen Körpern und Pflanzen, und durch andere Bearbeitungen, die übrigen Erden hervorgebracht habe. Es iſt aber überhaupt mißlich, von Elementen zu ſprechen, und überdies kan man durch keinen Verſuch zeigen, wie ſich Kieſelerde in Thon- oder Kalkerde verwandeln könne. Was man dafür hat anführen wollen, daß der aus der Kieſelfeuchtigkeit bereitete Niederſchlag einen Antheil von Alaunerde gebe, das kam nach **Bergmann** (Phyſik. Erdbeſchr. Th. II. S. 258.) und **Leonhardi** (Anm. zum

Macquer, Art. Erde, verglasliche) von der Thonerde her, die das Vitriolöl aus den irdenen Gefäßen aufgelöſet hatte, und fiel weg, wenn man eiſerne Gefäße gebrauchte.

In der Natur findet ſich dieſe Erde am reinſten im **Bergkryſtall**, welchen **Bergmann** durchs Anſchießen einer Auflöſung der Kieſelerde in Flußſpathſäure erhalten hat, ſ. **Flußſpathſäure**. Die übrigen Erden, welche ſich in allen Säuren auflöſen, werden im Gegenſatz mit der Kieſelerde **abſorbirende, ſäurebrechende**, auch **alkaliſche Erden** genannt.

Gren ſyſtem. Handbuch der Chemie, Th. I. S. 386. u. f.

Klang, Klingen, Clangor, *Son clair.* Ein Schall wird **klingend** oder ein **Klang** genannt, wenn die Schwingungen, die er den Lufttheilchen eindrückt, die Empfindung eines einzigen Tons oder auch mehrerer Töne erregen, die man aber doch deutlich unterſcheiden kan. Dem Klange wird der **dumpfe Schall**, oder das Geräuſch, Getöſe entgegengeſetzt, in welchem ſich gar kein Ton unterſcheiden läßt. Der Klang ſelbſt iſt entweder **rein**, wenn man nur einen Ton oder mehrere conſonirende Töne hört, oder **unrein**, wenn die zugleich gehörten Töne diſſoniren. Da die Töne von der Geſchwindigkeit oder Zeitdauer der Schwingungen abhängen, ſ. **Schall, Ton**, ſo ſind die klingenden Körper von den blos ſchallenden darinn unterſchieden, daß die letztern Schwingungen von höchſt verſchiedener und mannichfaltiger Geſchwindigkeit und Dauer, jene aber blos gleichzeitige oder ſolche erregen, die in Betracht ihrer Geſchwindigkeiten nur nach gewiſſen Verhältniſſen von einander abgehen.

Jeder klingende Körper kan verſchiedene Töne geben, je nachdem ſeine natürliche Geſtalt von den Schwingungslinien entweder gar nicht, oder in 1, 2, 3 und mehrern Stellen durchſchnitten wird. Dieſe Stellen heißen **Schwingungsknoten**; ſie bleiben in Ruhe, während die übrigen Theile des klingenden Körpers ſich bewegen. Saiten geben, wenn kein Schwingungsknoten entſteht, den **Grundton**, bey 1, 2, 3 Schwingungsknoten aber **harmoniſche Töne**, welche in der Progreſſion 2, 3, 4 fortſchreiten. An elaſtiſchen

Stäben und Blechſtreifen, wie auch an Ringen, Scheiben, Glocken u. dgl. ſind die Verhältniſſe anders.

Die Klänge der Stäbe und Streifen hat zuerſt **Daniel Bernoulli** in den Commentarien der Petersburger Akademie unterſucht, **Euler** (Inveſtigatio motuum, quibus laminae et virgae elaſticae contremiſcunt, in Comm. Acad. Petrop. 1779. P. I. p. 103. ſeq. ingl. Methodus inveniendi curvas maximi minimive proprietate gaudentes, Additam. I. de curvis elaſticis.) und **Riccati** (Delle vibrazioni ſonore dei cilindri, in den Memorie di matematica e fiſica, Verona, 1782. To. I.) haben darüber die genauſten Berechnungen angeſtellt. Bey Stäben von einerley Materie verhalten ſich die Grundtöne, und die gleichartigen Töne überhaupt, wie die Dicken der Stäbe, und umgekehrt, wie die Quadrate ihrer Längen. Bey den Blechſtreifen ſteht die abſolute Elaſticität im zuſammengeſetzten Verhältniſſe der Steifigkeit ihrer Materie, ihrer Breite, und des Würfels ihrer Dicke. Hieraus folgt, daß ſich die Quadrate der Schwingungszeiten, wie

$$\frac{L^3G}{E}$$

verhalten, wenn L die Länge, G das Gewicht, E die abſolute Elaſticität des Stabs bedeutet. Dies weicht von dem, was beym Worte: **Elaſticität** (Th. I. S. 707.) von den Saiten geſagt worden iſt, allerdings ab, und beweiſet, daß man elaſtiſche Stäbe und Bleche nicht nach den Geſetzen der Saiten beurtheilen darf, wie doch ſelbſt **Euler** (Tentam. novae theor. Muſicae Cap. 1. §. 23.) gethan hat, ehe er auf Bernoulli Veranlaſſung genauere Unterſuchungen hierüber anſtellte.

Ueber die Klänge der Ringe und Glocken haben **Euler** (De ſono campanarum, in Nov. Comm. Petrop. To. X.) und insbeſondere über die Harmonicalglocken **Golovin** (Act. Acad. Petrop. pro anno 1781. P. II.) Unterſuchungen angeſtellt, mit denen aber die Erfahrung nicht genug übereinſtimmt. Herr D. **Chladni** in Wittenberg (Entdeckungen über die Theorie des Klanges. Leipz. 1787. 4.)

hat dieſes Fach der Experimentaluntersuchung ſehr glücklich erweitert, und über die Klänge elaſtiſcher Ringe, Rectangelſcheiben, Glocken, runder Scheiben, Quadratſcheiben u. ſ. w. eine Menge ſchätzbarer Verſuche angeſtellt. Er legte in dieſer Abſicht den klingenden Körper auf eine oder mehrere Stützen, von Bindfaden, gedrehtem Papier, den Finger u. dgl. An den Orten dieſer Unterſtützung entſtehen beym Klange ſelbſt Schwingungsknoten, oder vielmehr: es laufen die feſten Linien, die beym Schwingen der übrigen Theile unbewegt bleiben, durch dieſe Punkte. Er beſtreute dann den Körper mit etwas Sand, und ſtrich ihn an einer Stelle des Randes mit dem Violinbogen, wodurch er jederzeit einen ſehr merklichen Klang erhielt. Der Sand ward von den ſchwingenden Theilen abgeworfen, und ſammelte ſich auf den Schwingungsknoten oder feſten Linien, welche mehrentheils regelmäßige Figuren bildeten. Hiedurch erhielt er ein Mittel, die verſchiedenen Klänge der unterſuchten Körper ſichtbar darzuſtellen, deſſen er ſich mit gutem Erfolge bedient, und 166 verſchiedene Klangfiguren in Abbildungen mitgetheilt hat.

Dieſe Verſuche widerlegen ſehr deutlich den Irrthum, den nach **Carre** und **de la Hire** (Mém. de Paris, 1709. et 1716.) ſo viele Phyſiker angenommen haben, daß beym Klange eine Erzitterung der kleinſten Theile vorgehe. Vielmehr bleiben bey jedem Klange gewiſſe feſte Stellen des Körpers unbewegt, und um dieſe herum oſcilliren die übrigen Theile ſo, daß die gegenüberliegenden allezeit nach entgegengeſetzten Seiten gehen. Bey einer Glocke oder runden Scheibe hört man den **Grundton**, wenn ſie ſich 45° und 135° weit von der angeſchlagnen oder geſtrichnen Stelle durch zwo feſte Linien in vier Quadranten theilt, von denen jeder für ſich oſcillirt. Außerdem aber kan ſie noch ſehr viele andere **harmoniſche Töne** geben, bey denen 3, 4 oder mehrere feſte Linien vorkommen, oder wo die natürliche Geſtalt in 1, 2, 3 und mehrern concentriſchen Kreiſen, oder auch in Linien und Kreiſen zugleich durchſchnitten wird. Der einfachſte dieſer Töne, wobey die Scheibe durch drey feſte Linien in ſechs einzeln ſchwingende Theile eingetheilt

wird, iſt um eine große None höher, als der Grundton. Man erhält dieſen Ton, wenn man die Scheibe in der Mitte hält, zugleich noch eine andere Stelle am Rande berührt, und 30° oder 90° weit davon mit dem Bogen ſtreicht u. ſ. w.

Töne, welche ähnliche Figuren geben, nennt Herr Chladni gleichartige. Bey Stäben, Scheiben und Glocken werden ſie tiefer, wenn die Dicke geringer iſt; da hingegen bey den Saiten die dünnere einen höhern Ton angiebt. Aus dem bloßen Gewichte der Körper läßt ſich auf den Ton, oder auf die Höhe und Tiefe des Klanges gar nicht ſchließen: bleibt aber bey Stäben das Verhältniß der Länge zur Dicke, und bey Scheiben und Glocken das Verhältniß des Durchmeſſers zur Dicke eben daſſelbe, ſo verhalten ſich die gleichartigen Töne, wie die Cubikwurzeln der Gewichte. Hieraus wird die im Artikel **Akuſtik** angegebne Erzählung von den Hämmern des **Pythagoras** völlig unwahrſcheinlich.

Das Mitklingen mehrerer Töne mit dem Grundtone zugleich, iſt zwar, wie **Euler** und **Bernoulli** richtig gezeigt haben, **möglich** und wird in der Erfahrung häufig gefunden; allein es iſt keineswegs **nothwendig**. Es iſt alſo falſch, wenn **Erxleben** (Anfangsgr. der Naturl. §. 291.) behauptet, man höre in jedem Klange gewiſſermaßen alle Töne mit, vorzüglich außer dem Grundtone allemal noch die Octave deſſelben, die Octave der Quinte, und die doppelte Octave der großen Tertie; ſo wie in **Sulzers** allgemeiner Theorie der ſchönen Künſte unter dem Artikel **Klang** geſagt wird: „Jeder Ton iſt ein Accord, dadurch hört der Ton auf, ein bloßes Klappern zu ſeyn". Inzwiſchen ſind aus dieſem zufälligen Mitklingen harmoniſcher Töne von **Rameau** (Traité de l'harmonie, à Paris, 1722. 4.) und **Jamard** (Recherches ſur la theorie de la Muſique, à Paris et Rouen, 1769. 8.) faſt alle Grundſätze der Harmonie hergeleitet worden. Bey den Saiten findet ſich zwar dieſes Mitklingen mehrentheils, es ſind aber die Töne deſſelben keinesweges als nothwendige Beſtandtheile des Klanges anzuſehen.

Ueber die verſchiedenen Schwingungsarten der Saiten hat zuerſt Sauveur (Mém. de Paris, 1701.), nachher Brook Taylor (Methodus incrementorum, Lond. 1715. 4.), Daniel Bernoulli (Mém. de Berlin 1753. 1765.), Euler (Nov. Comm. Petrop. To. IV. XV. XVII. XIX. Acta Acad. Petrop. 1779. 1780. 1781. Mém. de Berl. 1748. 1753. 1765.), de la Grange (Miſc. Taurinenſ. To. I. II. III.), Young (Enquiry in to the principal phaenomena of ſounds and muſical ſtrings. Dublin, 1784. 8.) über die Töne der Blasinſtrumente Bernoulli (Theorie des tons de l'orgue, Mém. de Paris, 1762.) und Lambert (Sur les tons des flûtes, Mém. de Berlin, 1775.) theoretiſche Unterſuchungen angeſtellt.

Herr Buſſe (Kleine Beyträge zur Mathematik und Phyſik. Erſter Theil, Leipz. 1786. S. 131. f.) bemerkt, daß er bey den Tönen reiner Blasinſtrumente nur einen einfachen Ton zu hören im Stande ſey, ſo wie auch bey dem Anſchlagen der Saiten, wenn alle übrigen Saiten des Inſtruments gehörig gedämpft ſind, die klingende Saite allenthalben gleichartig und von gleicher Dicke iſt, und die Nebenſchwingungen vermieden werden, welche etwa durch die Berührungsſtelle verurſacht werden könnten.

Eben derſelbe gedenkt auch einer Erſcheinung, welche aus der Verbindung der ſchwingenden Bewegung mit einer drehenden zu entſtehen ſcheint. „Der Raum,“ ſagt er, „durch welchen die Saite ſchwingt, erſcheint uns wie eine „Fläche, deren äußere krümmlinigte Grenzen vorzüglich „ſtark ins Auge fallen. Weil ſich nemlich die ſchwingende „Saite länger an den beyden Grenzen, als in der Mitte, „aufhält, ſo hat man ungefähr das Bild, als ob an den „Grenzen zwo Saiten geſpannt wären, und die dazwiſchen „fallende Fläche aus einem dünnen Spinnengewebe beſtünde. „Berührt man nun die Saite weit von ihrem Mittelpunk„te, ſo ſcheint ſich zwiſchen den beyden Saitenbildern an „den Grenzen der Fläche, ein drittes Saitenbild langſam „hin und her zu bewegen — Jenſeits der Mitte bewegt „ſich das dritte Saitenbild entgegengeſetzt, und an andern

„Stellen ſcheinen ſich zwey ſolche Saitenbilder gegen einan„der zu bewegen.“ Herr **Chladni** hat die Entſtehung dieſer Erſcheinung durch die Schwingungen eines dünnen ſtählernen Stabs, den man in einen Schraubenſtock einklemmt, und unter einem ſchiefen Winkel mit der Mündung des Schraubenſtocks losſchnellen läßt, ſehr deutlich erkläret.

Chladni Entdeckungen über die Theorie des Klanges, 1787. 4. mit 11. Kupfertafeln.

Kleiſtiſcher Verſuch, ſ. **Flaſche, geladne.**

Klima, Clima, *Climat.* Die alten Geographen, wie **Ptolemäus** (Geogr. L. I. c. 8.), theilten die Erdfläche durch Parallelkreiſe mit dem Aequator ſo, daß von jedem ſolchen Kreiſe bis zum folgenden die Dauer des längſten Tages um eine halbe Stunde zunahm. Die Flächenräume zwiſchen dieſen Kreiſen nannten ſie **Klimata**, welches Wort ſoviel, als: Lagen der Orte bedeutet. So gieng das erſte Klima vom Aequator, wo jede Taglänge 12 St. beträgt, bis an den Parallelkreis, unter welchem der längſte Tag 12½ St. dauert; unſere Gegenden, deren längſter Tag gegen 16½ St. beträgt, fallen hiebey in das neunte Klima.

Nach dieſer Eintheilung finden vom Aequator bis an jeden Polarkreis, wo der längſte Tag 24 Stunden dauert, 24 Klimata ſtatt. Innerhalb der Polarkreiſe wächſt der längſte Tag ſo ſchnell, daß er einen Grad weiter nach dem Pole zu, ſchon einen Monat lang iſt. Einige haben daher die kalten Zonen noch in ſechs Klimata getheilt, in deren jedem, vom Anfange bis zum Ende, der längſte Tag um einen Monat wächſt. Man findet von dieſen, jetzt nur noch zur Erklärung der Alten brauchbaren Eintheilungen beym **Riccioli** (Geogr. reform. L. VII. c. 9.) und **Varenius** (Geogr. gener. Sect. VI. c. 25.) umſtändlichere Nachricht.

Weit gewöhnlicher verſteht man anjetzt unter dem Worte **Klima** das einem Orte eigne Verhalten der Witterung, in Abſicht auf Wärme und Kälte, Abwechſelungen der Jahrszeiten, Feuchtigkeit und Trockenheit der Luft, Frucht-

barkeit, u. ſ. w. Daß die Hauptverſchiedenheiten der Wärme und der Jahrszeiten von der Wirkung der **Sonnenſtralen** herrühren, fällt bey Vergleichung der Witterung in den verſchiedenen Zonen der Erdfläche deutlich in die Augen. Wieviel nun hiebey auf die Sonne allein ankomme, das haben **Halley** (Philoſ. Trans. Num. 23. art. 9.), **Mairan** (Mém. de Paris, ann. 1719.), **Simpſon** (Treatiſe of fluxions, p. 182 ſq.), **Käſtner** (Hamburg. Magazin, II B. 426. S. ingl. bey **Lulofs** Einl. zur Kenntniß der Erdkugel. Anm. S. 97 u. f.), **Euler** (Comm. Acad. Petrop. To. XI.) auf mathematiſche Berechnung zu bringen geſucht.

Halley ſieht blos darauf, daß ſich die Wirkung eines ſchiefen Stoßes, wie der Sinus ſeines Winkels mit der geſtoßenen Fläche, verhält, ſ. **Stoß**. Er ſetzt daher die augenblickliche Wirkung der Sonne auf einen gewiſſen Theil der Erdfläche, dem Sinus der Sonnenhöhe h proportional. Die Totalſumme aller dieſer augenblicklichen Wirkungen während eines ganzen Tages findet er, nach der Gewohnheit der damaligen Schriftſteller, geometriſch, durch Vergleichung mit der Fläche eines hufförmigen Cylinderabſchnitts. Auf Rechnung gebracht, wird das Element dieſer Totalſumme (wenn dt das Element des Stundenwinkels oder Zeitbogens iſt) = ſin. h. dt, deſſen Integration (wenn der Sinus der Breite des Orts = s; der Coſinus = c; der Sinus der Abweichung der Sonne = x; der Coſinus = y geſetzt wird) für die Wirkung der Sonne bis auf die Mittagsſtunde, wo t dem halben Tagbogen gleich wird,

$$cy\ \text{ſin.}\ t + sxt$$

giebt. Für Orte unter dem Aequator, wo s = 0 und c = 1, t aber = 90°, wird dieſe Formel = y, alſo die Wirkung für den ganzen Tag = 2 y, welches am Tage der Nachtgleiche, wo y = 1 iſt; 2,0000 beträgt. Für Leipzig (die Breite = 51° 20′, die größte Abweichung der Sonne = 23° 28′, den halben Tagbogen am längſten Tage = 123°, am kürzeſten = 57° geſetzt) findet ſich hieraus die Wirkung der Sonne

am längſten Tage = 2,2970
am Tage der Nachtgl. = 1,2500
am kürzeſten Tage = 0,3442.

Man hat aber mit Recht erinnert, daß hiebey nicht allein auf den Stoß jedes einzelnen Strales, ſondern zugleich auf die Menge der Sonnenſtralen zu ſehen ſey, welche die Erdfläche aufnimmt, und welche ſich ebenfalls, wie der Sinus des Einfallswinkels oder der Sonnenhöhe h verhält. Demnach iſt die augenblickliche Wirkung im Verhältniſſe des Quadrats von ſin. h, und das Element der Summe verwandelt ſich in ſin. $h^2\,dt$. Die Integration dieſer Formel giebt für die tägliche Wirkung

$$(c^2y^2+2s^2x^2)\,t - 3c^2y^2\,\text{ſin. }t.\text{ coſ. }t,$$

welcher Ausdruck ſich für Orte unter dem Aequator, wo $s=0$; $c=1$; $t=\frac{1}{2}\pi$; coſ. $t=0$ iſt, in $\frac{1}{2}\pi y^2$, und für den Tag der Nachtgleiche, wo $y=1$, in $\frac{1}{2}\pi = 1,5707$ verwandelt.

Für Leipzig giebt ſie die Wirkung der Sonnenwärme
am längſten Tage = 1,5696
am Tage der Nachtgl. = 0,6136
am kürzeſten Tage = 0,0699

Dem zu Folge wäre die Sonnenwärme am längſten Tage bey uns eben ſo groß, als unterm Aequator, und verhielte ſich zu der am kürzeſten Tage wie 22 zu 1.

Es iſt aber hiebey noch nicht auf den verſchiedenen Abſtand der Sonne von der Erde, und auf die Schwächung der Sonnenſtralen bey ihrem Durchgange durch den Luftkreis geſehen. **Mairan**, der alle dieſe Urſachen zuſammennimmt, findet durch einen ungefähren Ueberſchlag die Wirkung der Sonnenwärme am längſten und kürzeſten Tage für Paris, wie 66 zu 1. Da nun **Amontons** (Mém. de Paris, 1702.) vermittelſt ſeines Luftthermometers die wirkliche Wärme zu Paris am längſten und kürzeſten Tage nur im Verhältniſſe 8 : 7 gefunden hatte, ſo erklärt **Mairan** dieſe große Abweichung ſehr glücklich durch eine in der Erde bleibende **Grundwärme**, welche ſich zu der von der Sonne im Winter erregten Wärme, wie 393 : 1

verhalte. Nach dieſer Hypotheſe iſt die wirkliche Wärme des Sommers zu der des Winters wie 393 + 66 : 393 + 1, d. i. wie 459 : 394 oder faſt, wie 8 : 7. Mairans übrige Gründe für das Daſeyn dieſer Grundwärme findet man bey dem Worte: **Centralfeuer.** Nach dieſer Hypotheſe hat **Mairan** (Nouvelles recherches ſur la cauſe generale du chaud en été et du froid en hiver, à Paris, 1768. 4. maj.) Tafeln für die Wärmen des längſten und kürzeſten Tages unter verſchiedenen Breiten berechnet, welche man auch beym **Bergmann** (Phyſik. Beſchreibung der Erdkugel, II. B. §. 140. 141.) findet.

Es verbinden ſich aber zur Beſtimmung der Wärme und des Klima überhaupt, mit der Wirkung der Sonne noch ſehr viele andere Urſachen, z. B. die im Luftkreiſe vorgehenden Verbindungen, Zerſetzungen und Niederſchläge, die Wirkung der Ausdünſtung der Erdfläche, die Mittheilung der Temperatur anderer Orte durch Winde. Daher iſt das **wahre** Klima eines Orts von dem berechneten **Sonnen**- oder **geographiſchen** Klima, welches doch blos von der Breite des Orts abhängt, gänzlich unterſchieden. Das viele Lokale hiebey macht es ſehr ſchwer, die Beobachtungen auf eine allgemeine Theorie zurückzubringen.

Mayer (De variationibus thermometri accuratius definiendis in *Tob. Mayeri* Opp. ineditis. Gotting. 1775. 4. maj. Num. I.) thut den ſchönen Vorſchlag, für die **mittlern Wärmen** der Orte Tafeln nach einer Theorie zu verfertigen, und dieſe wegen der Höhe der Orte und der jährlichen und täglichen Abwechſelungen, durch Gleichungen, nach Art der aſtronomiſchen Rechnung, zu berichtigen. Er legt den Satz zum Grunde, daß ſich die Abnahme der mittlern Wärme nach dem Quadrate des Sinus der Breite richte, welcher aus der obigen Formel folgt, wenn man ſie für die Wärme am Tage der Nachtgleiche einrichtet, wofür ſie $\frac{1}{2}\pi c^2 = \frac{1}{2}\pi(1 - s^2)$ giebt, daß alſo die Abnahme dieſer Wärme gegen die ganze unterm Aequator ſtatt findende, wie s^2 gegen 1 iſt. Setzt man nun die mittlere Wärme unterm Aequator = 24 reaum. Grade, die unter

den Polen = 0, ſo findet man ſie unter der Breite $s = 24 (1 - s^2)$ Grade. Hieraus entſteht folgende Tabelle

Breite	Reaum.	Grade	Breite	Reaum.	Grade.
0°	—	24	50°	—	10
5	—	$23\frac{3}{4}$	55	—	8
10	—	$23\frac{1}{4}$	60	—	6
15	—	$22\frac{1}{2}$	65	—	$4\frac{1}{4}$
20	—	$21\frac{1}{4}$	70	—	$2\frac{3}{4}$
25	—	$19\frac{3}{4}$	75	—	$1\frac{1}{2}$
30	—	18	80	—	$\frac{3}{4}$
35	—	16	85	—	$\frac{1}{4}$
40	—	14	90°	—	0
45	—	12			

Von den Angaben dieſer Tafel ſoll nun noch für jede 100 Toiſen Höhe über der Meeresfläche 1 Grad abgezogen werden, weil die beſtändige Schneegrenze unter dem Aequator 2400 Toiſen hoch liegt, alſo in dieſer Höhe die Wärme um 24 Grad vermindert wird. So kömmt für Göttingen, deſſen Höhe über dem Meere 70 Toiſen beträgt, nach einem Abzuge von $\frac{70}{100}$ oder $\frac{3}{4}$ Grad, die mittlere Wärme 9 Grade. Für die jährlichen Abwechſelungen nimmt Mayer an, das Maximum und Minimum der Wärme falle bey uns, wenn die Sonne 30° über das Solſtitium hinaus ſey, unter dem Aequator aber ins Solſtitium ſelbſt, und die größte jährliche Veränderung betrage unter dem Aequator 0, in unſern Gegenden 10 Grad, unter den Polen 13 Grad. Nach dieſen Vorausſetzungen ließen ſich Tafeln für jeden Grad der mittlern Wärme verfertigen. Folgende für 8 Grad kan zum Beyſpiele dienen.

Monate	Tage 1	11	21	Monate	Tage 1	11	21
Jan.	— $1\frac{1}{2}$	— 2	— 2	Jul.	$17\frac{1}{2}$	18	18
Febr.	— 2	— $1\frac{1}{2}$	— $0\frac{1}{2}$	Aug.	18	$17\frac{1}{2}$	$16\frac{1}{2}$
März	+ $0\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	3	Sept.	$15\frac{1}{2}$	$14\frac{1}{2}$	13
April	$4\frac{1}{2}$	$6\frac{1}{4}$	8	Oct.	$11\frac{1}{2}$	$9\frac{3}{4}$	8
May	$9\frac{3}{4}$	$11\frac{1}{2}$	13	Nov.	$6\frac{1}{4}$	$4\frac{1}{2}$	3
Jun.	$14\frac{1}{2}$	$15\frac{1}{2}$	$16\frac{1}{2}$	Dec.	$1\frac{1}{2}$ +	$0\frac{1}{2}$	— $0\frac{1}{2}$

Herr Profeſſor Lichtenberg bemerkt in den Zuſätzen zu den Mayeriſchen Abhandlungen, daß die nach dieſen Tafeln berechneten mittlern Wärmen mit den beobachteten, die der P. Cotte (Traité de meteorologie, Paris, 1774. 4.) mittheilt, ſehr wohl übereinſtimmen, ſoviel den Raum der Erdfläche betrift, welcher zwiſchen den Parallelen von Stockholm und dem Cap der guten Hoffnung und zwiſchen den Meridianen von Stockholm und Mexico eingeſchloſſen iſt.

Dieſen von Mayer angegebnen Weg hat Kirwan (An Eſtimate of the temperature of different latitudes, Lond. 1787. 8. Kirwans Angabe der Temperatur von den verſchiedenen Breiten ꝛc. a. d. Engl. v. Crell, Berl. 1788. 8.) weiter verfolgt, und bey der großen Verſchiedenheit der Localurſachen, welche auf das Klima wirken, vor allen andern eine Gegend aufgeſucht, in welcher die Localurſachen größtentheils hinwegfallen (*a ſtandard ſituation*) Dieſe glaubt er in dem atlantiſchen Meere zwiſchen 80° nördlicher und 45° ſüdlicher Breite, und in der Südſee zwiſchen 45° N. und 40° S. Breite zu finden. Ueber die mittlern Wärmen dieſes großen Theils der Erdfläche theilt er eine Tafel mit, die ſich von der Mayeriſchen nur darinn unterſcheidet, daß ſie auf fahrenheitiſche Grade berechnet, und die mittlere Wärme unter den Polen nicht auf den Eispunkt (d. i. auf 32) ſondern auf 31 Grad nach Fahrenheit geſetzt iſt.

Die jährliche Abwechſelung betreffend, nimmt er den April für denjenigen Monat an, deſſen mittlere Wärme mit der in der Tafel angegebnen am nächſten übereinſtimmt, berechnet hieraus die Wärme für May, Junius, Julius und Auguſt nach dem Verhältniſſe des Sinus der Sonnenhöhe, nimmt aber für die übrigen Monate wegen des Einfluſſes der Grundwärme die wahre Wärme für das arithmetiſche Mittel zwiſchen der berechneten und der mittlern an. Dieſe ziemlich willkührliche Beſtimmung hat, wie er verſichert, die beſte Uebereinſtimmung der Reſultate mit den Beobachtungen gegeben; er theilt darüber eine Tafel für alle Grade der Breite und alle Monate des Jahres mit, die aber von der Mayeriſchen ſchon ſehr weit abweicht, z. B. für 52° Breite die Wärme im Februar (wo ſie nach

Mayer unter dem Eiſpunkte war) 43 fahrenh. Grade giebt. Die tägliche Veränderung betreffend, ſetzt er die größte Kälte $\frac{1}{2}$ Stunde vor Sonnenaufgang; die größte Wärme zwiſchen 60° und 45° Breite um $2\frac{1}{2}$ Uhr, zwiſchen 45° und 35° um 2 Uhr, zwiſchen 35° und 25° um $1\frac{1}{2}$ Uhr, zwiſchen 25° und dem Aequator um 1 Uhr Nachmittags.

Es wird aber dieſe regelmäßige Temperatur durch mancherley Localumſtände, durch Höhe, Abſtand vom Meere, Nähe weit ausgebreiteter Länder von beſonderer Beſchaffenheit, benachbarte Seen, Berge, Wälder u. dgl. abgeändert. Wegen der Höhe iſt die mittlere Wärme auf jede 200 engl. Fuß um $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ Grad zu vermindern, um $\frac{1}{4}$, wenn ſie in der Weite einer engliſchen Meile nur 6 Fuß, um $\frac{1}{2}$, wenn ſie um 15 Fuß und drüber, anſteigt. Das feſte Land iſt gewöhnlich im Sommer 8 bis 10 Grad wärmer, im Winter eben ſoviel kälter, als das Meer. Dies hebt ſich zwar in Abſicht auf die mittlere Wärme des ganzen Jahres auf; es bleibt aber doch einige Ungleichheit übrig, um deren willen für 50 Meilen Entfernung vom Meere unter der Breite von $70\frac{1}{3}$° Grad abzuziehen, bey 10° hingegen 1 Grad hinzuzuſetzen iſt, da bey 30° die mittlere Wärme unverändert bleibt. Länder auf der Windſeite hoher Berge oder großer Wälder ſind wärmer, als die unter gleicher Breite auf der andern Seite liegen. Länder, die einem Meere ſüdwärts liegen, ſind in unſerer Halbkugel wärmer, als die nordwärts liegenden, u. ſ. w.

Dieſe Regeln werden nun auf die Temperaturen einzelner Länder und Orte angewendet, und mit den daſelbſt angeſtellten Beobachtungen verglichen. Die Reſultate hievon ſind in folgenden Sätzen enthalten.

1. Der Jänner iſt der kälteſte Monat; der wärmſte hingegen iſt in Breiten über 48° der Julius, in geringern Breiten der Auguſt.

2. December und Jänner, auch Junius und Julius ſind wenig unterſchieden. Ueber 30° Breite weichen Auguſt, September, October und November mehr von einander ab, als Februar, März, April und May. In geringern Breiten ſind die Unterſchiede nicht ſo groß.

Im April iſt die Wärme der mittlern am nächſten. Alſo erreichen die Wirkungen ihr Maximum nicht eher, als bis die Urſachen ſchon anfangen abzunehmen, und ſie nehmen nach dieſem Maximum ſchneller ab, als ſie vor demſelben zunahmen.

3. Auf 20° vom Aequator ſind die Unterſchiede zwiſchen den wärmſten und kälteſten Monaten gering, werden aber größer, je weiter man ſich vom Aequator entfernet.

4. In den größten Breiten, beſonders um 59 und 60° trifft man Sommerwärme von 75 — 80 Graden an, und es iſt oft im Julius wärmer, als unter 51° Breite.

5. Jede bewohnbare Breite hat wenigſtens zween Monate lang eine Wärme von 60 Graden, die zum Reifen des Getraides nothwendig iſt. In den Nordländern reifen die Gewächſe wegen der langen Tage ſehr ſchnell, und wegen des ſchmelzenden Schnees iſt nicht viel Regen nöthig.

6. Die vielen Seen und Gebirge, deren Diſpoſition ſo unregelmäßig und zufällig ſcheint, ſind von ſehr wohlthätigen Folgen. Sie mäßigen die Kälte in den größern, und die Hitze in den geringern Breiten. Blos aus Mangel ſolcher Seen iſt das Innere von Aſien und Afrika unbewohnbar. Ohne die Alpen, Pyrenäen, Apenninen ꝛc. würden Italien, Spanien und Frankreich kein ſo mildes Klima haben. Jamaica, Domingo, Sumatra und andere Inſeln zwiſchen den Wendekreiſen werden blos durch ihre Berge erfriſcht.

7. Der Wein gedeiht um London nicht ſo, wie um Paris, obgleich der londner Winter milder iſt: denn die Wärme iſt vom April bis zum October in Paris größer. So kan ein Klima gewiſſen Früchten zuträglicher ſeyn, als ein anderes.

Zwiſchen den Wendekreiſen ſind die Barometerveränderungen ſehr gering; die heftige Wirkung der Sonne wird durch die Länge der Nächte und den häufigen Regen hinlänglich gehemmet. Die Regenzeit trifft an der Nordſeite des Aequators zwiſchen dem März und September ein, an der Südſeite umgekehrt; ihr Anfang aber und ihre Dauer

ſind ſehr verſchieden. An einigen Orten rechnet man zween Sommer und zwo Regenzeiten; letzteres ſind gewöhnlich die Zeiten, da die Sonne dem Scheitel nahe iſt, dagegen die angenehmſte Jahrszeit einfällt, wenn ſie am weitſten vom Scheitel abweicht. In den hoch liegenden Orten dieſes Erdſtrichs, z. B. Quito, Lima ꝛc. iſt das Klima eines der ſchönſten auf der ganzen Erdfläche.

In den gemäßigten Zonen werden die Abwechſelungen ſowohl der Wärme, als des Barometerſtandes weit größer, und die beſondere Lage der Orte hat auf das Klima weit mehr Einfluß. So iſt z. B. Sibirien wegen ſeiner hohen Lage einer äußerſt ſtrengen Kälte ausgeſetzt; auch Aſtrakan und Quebec haben ſtrenge Winter, ob ſie gleich ſüdlicher liegen, als Paris. In der ſüdlichen Zone iſt die Kälte des Winters ſtrenger, als in der nördlichen, vielleicht darum, weil ſich die Sonne um 8 Tage länger in den nördlichen Zeichen verweilet, als in den ſüdlichen. An den kältern Orten werden Frühling und Herbſt ſehr kurz, und man findet wiederum nur zwo Jahrszeiten. Der Schnee ſchmelzt ſehr ſpät, dann aber oft in 8 Tagen auf einmal, nach andern 8 Tagen iſt ſchon alles grün, und in 5 bis 6 Wochen hat man ſchon reife Früchte. Eben ſo ſchnell ſtellt ſich auch der Winter wiederum ein, woraus man ſieht, daß eine ſchwächere Wirkung, die lang anhält, oft mehr ausrichte, als eine bald aufhörende ſtärkere.

Bergmann phyſik. Beſchreib. der Erdkugel, durch Röhl, Th. II. §. 138. u. f.

Kirwan Eſtimate of the temperatur of diff. latitudes, Lond. 1787. 8.

Kloben, Flaſche, *Mouffle.* Ein Gehäuſe, welches mehrere um ihre Axen bewegliche Rollen enthält, wie NM und OP. Taf. IX. Fig. 33. Zween ſolche Kloben machen einen Flaſchenzug aus, ſ. **Flaſchenzug.** Die lateiniſche Terminologie hat für den Kloben keinen beſondern Namen, wie denn auch das franzöſiſche *Mouffle* ſehr oft für den ganzen Flaſchenzug gebraucht wird.

Knallgold, Platzgold, Aurum fulminans, *Or fulminant.* Ein Niederſchlag des Goldes aus ſeiner Auflöſung in Königswaſſer, vermittelſt des flüchtigen Laugenſalzes; oder auch, wenn das Königswaſſer mit Salmiak bereitet worden iſt, vermittelſt des fixen Laugenſalzes. Die Goldauflöſung wird mit etwa ſechsmal ſo viel Waſſer verdünnt, und das Alkali nach und nach hinzugegoſſen; das Gold ſchlägt ſich in Geſtalt eines ſtrohgelben Kalks nieder, welcher vorſichtig abgeſpült und getrocknet, an Gewicht ein Fünftel mehr beträgt, als das angewandte Gold. Dieſer Niederſchlag zerplatzt bey geringer Erhitzung, die ſchon durch bloßes Reiben entſtehen kan, mit einer gewaltigen Explosion und einem heftigen Knalle.

Dieſe Erſcheinung, welche immer eine der ſchwerſten Aufgaben der Chymie ausgemacht hatte, war von **Macquer** durch einen dem Golde anhängenden ammoniakaliſchen Salpeter, welcher durch Erhitzung verpuffte, erklärt worden; Bergmann aber (Diſſ. de calce auri fulminante, reſp. *C. A. Plomgren.*, Upſal. 1769. 4.) widerlegte das Anhängen eines Salpeterſalmiaks, Salpeters oder Digeſtivſalzes an dieſen Goldkalk überzeugend. Seine zahlreichen Verſuche erweiſen, daß ſich das Knallgold ohne alle Salpeterſäure, nicht aber ohne flüchtiges Laugenſalz bereiten laſſe, und daß das Abknallen von der plötzlichen Entzündung einer ſehr verbrennlichen Materie herkomme, welche das flüchtige Alkali an den Goldniederſchlag anſetzet. Jacquin (Anfangsgr. der mediciniſch-prakt. Chymie, Wien, 1783. 8. S. 445.) giebt hievon folgende ſehr wahrſcheinliche Erklärung. Alle Goldniederſchläge, ſo wie überhaupt metalliſche Kalke, enthalten eine ſehr reine dephlogiſtiſirte Luft: das flüchtige Laugenſalz aber eine Brennluft, die ſich, auch ohne mit dem Feuer in Berührung zu ſeyn, durch die bloße Wärme entzündet, ſ. Gas, laugenartiges. Beyde zuſammen bilden alſo eine Knall-luft, welche durch ihre plötzliche Entbindung und Explosion die heftigſten Wirkungen auszuüben vermögend iſt.

Zum Platzen des Knallgoldes, zumal wenn man es zu

wiederholtenmalen ausgeſüßt hat, iſt eine Wärme hinreichend, welche die Siedhitze des Waſſers nur ſehr wenig übertrifft; es platzt auch in verſchloßnen Gefäßen eben ſowohl, als an der freyen Luft. Dieſe Umſtände machen es zu einer höchſt gefährlichen Materie, deren unvorſichtige Behandlung die ſchrecklichſten Folgen haben kan. Die Schmelzung mit Schwefel oder Zuſätzen von Erden, Salzen, das Kochen mit Vitriolöl, und die wiederholte Ausſetzung an eine Hitze, die faſt zum Abknallen hinreichend iſt, benehmen ihm ſeine Knallkraft.

Macquer chym. Wörterbuch, mit Leonhardi Anm. Art. Knallgold.

Ingenhouß vermiſchte Schriften, Th. I. S. 340.

Knallkügelchen. Kleine hohle Glaskugeln mit etwas Waſſer, die auf glühenden Kohlen, wo das Waſſer durch die Hitze in Dämpfe verwandelt wird, mit einem heftigen Knalle zerſpringen. Man bedient ſich ihrer, die Elaſticität der Dämpfe zu erweiſen.

Auch leere, an der Lampe geblaſene, Glaskugeln knallen, wenn ſie zerbrochen werden. Die innere Luft nemlich iſt durch die Hitze der Lampe äußerſt verdünnt worden. Sobald alſo die gläſerne Hülle geöfnet wird, dringt die äußere Luft mit einem Knalle ein. Hiebey werden die Glasſtücken hineinwärts getrieben, ſtatt daß ſie bey den zuerſt beſchriebenen im Zimmer herumgeworfen werden.

Knall-luft, ſ. Gas brennbares; Gas, dephlogiſtiſirtes; Piſtole, elektriſche.

Knallpulver, Pulvis tonans, *Poudre fulminante.* Eine Miſchung von drey Theilen Salpeter, zwey Theilen trocknem Weinſteinſalz und einem Theile Schwefel, welche bey einer allmähligen bis zur Entzündung gehenden Erhitzung mit einem heftigen Knalle auf einmal abbrennt. Auf einem blechernen Löffel über gelindem Kohlfeuer fängt es erſt an zu ſchmelzen, dann entſteht eine blaue Flamme, und ſogleich erfolgt der Schlag, welcher für das Gehör äußerſt empfindlich iſt. Oft findet man den Löffel durchbohrt, und

die Ränder des Loches nach außen gebogen. Bey einer plötzlichen Erhitzung ſind die Wirkungen weit ſchwächer, und auf glühende Kohlen geworfen kniſtert das Knallpulver nur mit einem mäßigen Geräuſch.

Die Erklärung dieſes Phänomens hängt offenbar mit den Erſcheinungen der Verpuffung des Salpeters zuſammen, ſ. **Verpuffen.** Es entwickelt ſich dabey aus dem Salpeter eine Menge dephlogiſtiſirter Luft, in welcher alle brennbare Körper mit außerordentlicher Geſchwindigkeit und Heftigkeit verbrennen. Durch das allmählige Schmelzen des Knallpulvers wird das Laugenſalz mit dem Schwefel zu einer wahren Schwefelleber verbunden und daraus eine hepatiſche Luft entwickelt, welche mit der dephlogiſtiſirten des Salpeters eine ſtarke Knall-luft ausmacht. Die ſich aufblähende zähe Materie ſchließt dieſe Luft in Blaſen ein, in welchen ſie ſich immer mehr ausdehnt, je ſtärker die Erhitzung wird. Endlich entzündet ſich der Schwefel durch die Hitze, die Knall-luft explodirt, zerſprengt die Blaſen mit der größten Heftigkeit, und erregt ein Krachen, dergleichen man auch hört, wenn man mit Knall-luft angefüllte Seifenblaſen entzündet.

Es ſcheint hiebey die Exploſion erſt nach einiger Zeit ſtatt zu finden, nachdem die beyden Luftarten ſchon entwickelt und vermiſcht worden ſind, dagegen bey dem Schießpulver die Entwicklung des Gas erſt im Augenblicke der Entzündung ſelbſt geſchieht. Beym Knallpulver verurſacht die Einſperrung des Gas in der geſchmolzenen Materie den heftigen Knall, der beym Schießpulver, wenn es nicht eingeſchloſſen iſt, nicht ſtatt findet. Auf Kohlen geſtreut knallt das Pulver nicht, weil es ſich augenblicklich und ohne vorgängige Schmelzung der ganzen Maſſe entzündet.

Ingenhouß vermiſchte Schriften, Th. I. S. 335. u. f.

Knallſilber, Argentum fulminans, *Argent fulminant.* Ein Niederſchlag des Silbers aus ſeiner Auflöſung in Salpeterſäure, vermittelſt des Kalkwaſſers, welcher mit reinem Waſſer abgeſüßt, und mit flüchtigem Alka-

li verbunden, ſelbſt ohne Wirkung einiger Wärme, durch bloße Reibung oder Berührung, mit einer heftigen Explosion abknallt. Dieſe merkwürdige Entdeckung ward in der Sitzung der pariſer Akademie der Wiſſenſchaften am 24. May 1788 von Herrn Bertholet zuerſt vorgezeiget, und dann im Iournal de Phyſique bekannt gemacht. Wenn das in Salpeterſäure aufgelößte Silber mit Kalkwaſſer niedergeſchlagen iſt, ſo läßt Herr B. das Präcipitat drey Tage der Luft ausgeſetzt ſtehen, verdünnt es darauf mit ätzendem flüchtigen Alkali, und das daraus entſtehende ſchwarze Pulver getrocknet giebt das Knallſilber.

Das Abknallen erfolgt ſchon bey der Berührung mit kalten Körpern. Kaum läßt ſich das Pulver aus dem Gefäße, worinn es ſeine letzte Abdampfung erhalten hat, ohne große Gefahr herausnehmen. Herr B. berührte einige wenige Grane auf Papier liegend mit einem gläſernen Stift, und es platzte mit großer Gewalt. Ein einziger Gran davon war hinreichend, ein Glas völlig zu zertrümmern. Ein Tropfen Waſſer, der aus der Höhe herab auf das Pulver fiel, machte es knallen. Man darf daher dieſes gefährliche Präparat nur in äußerſt geringen Portionen abknallen laſſen, und muß bey der Behandlung deſſelben das Geſicht mit einer Maſke verdecken. Nach der Verkrachung iſt das Silber wieder gänzlich hergeſtellt, und in ſeinem völligen metalliſchen Glanze.

So neu und ſo wenig unterſucht auch dieſe Erfindung noch iſt, ſo ſtimmt ſie doch mit demjenigen, was bey dem Worte **Knallgold** zur Erklärung des Platzens metalliſcher Niederſchläge geſagt worden iſt, ſehr wohl überein, und ſcheint ſogar dieſe Erklärung zu beſtätigen. Das Einzige, was dabey noch auffallend bleibt, iſt die von ſelbſt erfolgende Entzündung der Knall-luft bey einem ſo geringen und faſt unmerklichen Grade der Wärme.

Crells chemiſche Annalen. Eilftes Stück, 1788. S. 390 u. f.

Knoten, der Planeten-Mond- und Kometenbahnen, Nodi planetarum, lunae et cometarum, *Noeuds des planètes, de la lune et des comètes.* Die

zween Punkte, in welchen die Bahnen dieſer Himmelskörper die Ekliptik an der ſcheinbaren Himmelskugel durchſchneiden. Wenn die Planeten in dieſe Punkte kommen, ſtehen ſie in der Ekliptik ſelbſt, und haben folglich keine Breite. Da die Ekliptik E☋L☊ Taf XII. Fig. 88. nichts anders iſt, als derjenige größte Kreis, in deſſen Ebne die Erdbahn el liegt, ſo ſind die **Knoten** eines Planeten ꝛc. die gemeinſchaftlichen Durchſchnittspunkte ☊ und ☋ der Planetenbahnen PQ und der Ebne der Erdbahn EL. Und da die Sonne S in beyden Ebnen zugleich, mithin in ihrem gemeinſchaftlichen Durchſchnitte ☊S☋, oder in der **Knotenlinie** liegt, ſo müſſen die Knoten einer jeden Bahn, von der Sonne S aus geſehen, einander gerade gegen über ſtehen.

Die Ekliptik theilt die ſcheinbare Himmelskugel in zwo gleiche Helften, deren eine über ihr auf den Nordpol zu, die andere unter ihr gegen Süden liegt. Beym Durchgange durch den Knoten ☊ tritt der Planet, der von Q nach P geht, aus der untern Helfte in die obere; bey ☋ hingegen aus der obern in die untere. Jener wird daher der **aufſteigende** (aſcendens, *aſcendant*), dieſer der **niederſteigende Knoten** (deſcendens, *deſcendant*) genannt. Im Theile ☊P☋ hat der Planet eine nördliche, in ☋Q☊ eine ſüdliche Breite.

Die Orte der Knoten haben, wie die Beobachtungen lehren, ſämmtlich eine rückgängige Bewegung, die zwar in einem Zeitraume von etlichen Jahren unmerklich iſt, aber doch in längere Zeit den Aſtronomen nicht hat verborgen bleiben können. Bey der Mondbahn hingegen iſt dieſe Verrückung der Knoten weit merklicher; ſie beträgt jährlich auf 19°, ſo daß die Mondknoten in einem Zeitraume von 19 Jahren durch alle Zeichen des Thierkreiſes rücken. Dieſe Bewegung der Knoten iſt eine nothwendige Folge der gegenſeitigen Anziehungen oder der Gravitation aller Weltkörper gegen einander. Ein angezogner Planet nemlich, deſſen Bahn in einer andern Ebne liegt, als die Bahn des anziehenden, muß die Ebue dieſer leztern bey jedemmale etwas früher durchſchneiden, als ſonſt geſchehen

ſeyn würde, weil er ohne Unterlaß gegen dieſelbe gezogen wird; daher müſſen ſeine Knoten nach derjenigen Seite fortrücken, welche der Bewegung des anziehenden Körpers entgegengeſeßt iſt. Hieraus entſteht, weil alle Planeten nach der Ordnung der Zeichen um die Sonne laufen, eine entgegengeſeßte oder rückgängige Bewegung aller Knoten, welche beym Monde ſo beträchtlich iſt, weil er durch ſeine ſtarke Gravitation gegen die Sonne, ingleichen gegen Venus und Jupiter, in ſeinem Umlaufe um die Erde ſehr geſtöret wird.

Die Orte und Bewegungen der Knoten gehören unter die Data, welche zu Beſtimmung des Laufs von jedem Planeten bekannt ſeyn müſſen, ſ. **Elemente der Planetenbahnen**, und man wird ſie der Tabelle bey dem Artikel: **Weltſyſtem** beygefügt finden.

Knotenlinie, Linea nodorum, *Ligne des noeuds*. Die gerade Linie ☊☋ (Taf. XII. Fig. 88.) durch beyde Knoten ☊ und ☋, ſ. **Knoten**. Dieſe Linie iſt der gemeinſchaftliche Durchſchnitt der Planetenbahn mit der Ebne der Erdbahn oder Ekliptik, und geht alſo durch die in beyden Ebnen befindliche Sonne S. Die Knotenlinien der Planetenbahnen verändern von Zeit zu Zeit ihre Lagen gegen die Fixſterne, und drehen ſich um die Sonne der Ordnung der Zeichen entgegen, ſ. den vorhergehenden Artikel.

Kobalt, Kobold, Cobaltum, Cadmia foſſilis metallica, *Cobalt*. Ein ſehr ſchwerer mineraliſcher Körper, welcher eine mehr oder weniger glänzende graue Farbe und ein feines Korn hat, derb und feſt iſt, und an der Luft mit einem pfirſichblütfarbenen Beſchlage bedeckt wird. Er iſt das Erz eines eignen von **Brandt** (Act. litter. Upſal. 1735. p. 33) entdeckten Halbmetalls, des **Kobaltkönigs**, welcher in ihm hauptſächlich durch Arſenik und Schwefel vererzet iſt: die meiſten Kobalte aber enthalten auch Wismuth und Silber. Ehedem nannte man alle arſenikaliſche Erze Kobalte; nach der Zeit aber iſt dieſer Name nur auf

diejenigen eingeſchränkt worden, welche das gedachte Halbmetall enthalten, das Glas blau färben, und die ſympathetiſche Dinte geben. Sie heißen auch **Farbenkobalte, Blaufarbenkobalte**, und finden ſich vorzüglich in Sachſen und auf den Pyrenäen.

Der Kobaltkönig hat eine matte, ins Graulichtblaue fallende, metalliſche Farbe; er iſt hart und klingend, aber dennoch brüchig und ſpröde, auf dem Bruche zeigt er ſich dicht und feinkörnicht. Seine ſpecifiſche Schwere iſt zwiſchen 6,000 und 7,700. Er iſt ſehr ſchwerflüſſig, und erfordert zum Schmelzen eine gleiche Hitze mit dem Golde. Sein Kalk iſt ſchwarz, wird aber von beygemiſchtem Arſenik röthlich oder blau, und giebt, mit verglaslichen Materien in Fluß gebracht, die **Smalte**, ein ſchönes blaues Glas, welches das einzige Blau iſt, das man bey Verglaſungen brauchen kan, und auf welches die ſächſiſchen Kobalte vorzüglich benützt werden. Der Kobaltkönig nebſt ſeinen Erzen und Kalken löſet ſich in den mineraliſchen Säuren auf; die Auflöſung im Königswaſſer giebt verdünnt **Hellots** ſympathetiſche Dinte, deren Schrift auf weißem Papier in der Kälte unſichtbar iſt, bey gelinder Wärme aber grün erſcheint, ſ. **Farben**. Mit Laugenſalzen erhält man aus dieſen Auflöſungen Niederſchläge, welche bey der Verglaſung vortrefliche blaue Farben geben. Die aus der Auflöſung in Salpeterſäure übertrifft den Ultramarin an Höhe und Feuer. Der **Safflor** oder Zaffer iſt der Kalk des Kobaltkönigs mit einem Antheile gepülverter Kieſel vermiſcht.

Den häufigen Arſenik der Kobalterze fängt man beym Röſten derſelben in langen gekrümmten Rauchfängen auf, und erhält auf dieſe Weiſe den meiſten käuflichen Arſenik.

Macquer chym. Wörterbuch, mit Leonhardi Zuſ. Art. Kobalt, Kobalterze, Kobaltkönig.

Kochen, ſ. **Sieden**.

Kochſalzſäure, ſ. **Salzſäure**.

Kochſalzſaure Luft, ſ. **Gas, ſalzſaures**.

Königswaſſer, Goldſcheidewaſſer, Aqua regis ſ. regia, *Eau régale.* Eine Miſchung der Salpeterſäure mit der Salzſäure, welche gewiſſe Metalle auflöſet, die von den reinen Säuren gar nicht, oder doch ſchwerer, angegriffen werden. Gold und Platina werden blos vom Königswaſſer, Zinn und Spießglaskönig wenigſtens beſſer und leichter, als von andern Säuren, aufgelöſet.

Zu Verfertigung dieſes Auflöſungsmittels werden entweder Salpetergeiſt und Salzgeiſt vermiſcht, oder es wird ein den Salzgeiſt enthaltendes Salz (Salmiak, Kochſalz ꝛc.) im Salpetergeiſte aufgelöſet, oder Salpeterſäure über Kochſalz deſtilliret. Das durch Auflöſung bereitete Königswaſſer enthält zugleich ein Mittelſalz, aus der Verbindung des im Salze befindlichen Alkali mit der Salpeterſäure. Dies iſt ammoniakaliſcher Salpeter, wenn man Salmiak, würflichter, wenn man Kochſalz gebraucht hat. Dieſes Mittelſalz ſchadet zwar der auflöſenden Kraft nicht, verändert aber die Natur der Niederſchläge. So giebt z. B. die Goldauflöſung mit fixem Alkali niedergeſchlagen, nur dann Knallgold, wenn das Königswaſſer einen ammoniakaliſchen Salpeter enthalten hat, ſ. **Knallgold.**

Wenn die vermiſchten Säuren ſehr concentrirt ſind, ſo iſt das daraus bereitete Königswaſſer ungemein dampfend. Die Dämpfe laſſen ſich in Luftgeſtalt darſtellen, wie bey dem Worte: **Gas, ſalzſaures,** bemerkt worden iſt.

Das gewöhnlichſte Königswaſſer wird durch Auflöſung von vier Unzen Salmiak in 16 Unzen Salpeterſäure gemacht. Zur Platina geben gleiche Theile, und zum Spießglaskönige vier Theile Salpetergeiſt und ein Theil Salzgeiſt das beſte Verhältniß.

Macquer chym. Wörterbuch, Art. Königswaſſer.

Körper, Corpus, *Corps.* Mit dieſem allgemeinen Namen belegen wir alle Gegenſtände, welche in unſere Sinne fallen, und die wir nach ihren ebenfalls in die Sinne fallenden Erſcheinungen betrachten. Das Zeugniß der

Sinne iſt alſo der einzige Erkenntnißgrund alles deſſen, was wir von den Körpern wiſſen.

Viele und große Weltweiſe haben dieſen Erkenntnißgrund für allzu ungewiß und verdächtig gehalten, als daß man daraus ein wirkliches Daſeyn ſolcher Körper, dergleichen uns die Erſcheinungen darſtellen, folgern könnte. Sie haben ſich daher von den wahren Verhältniſſen der Körperwelt verſchiedene Vorſtellungen gemacht, wegen deren ich, um Wiederholungen zu vermeiden, auf das Wort: **Materie** verweiſe. Aber alle dieſe Vorſtellungsarten, ſo verſchieden ſie ſeyn mögen, ändern nichts in der Phyſik. Man kan es ohne Bedenken einräumen, daß die wirkliche Welt etwas ganz anders, als die ſinnliche, ſey, und daß alle unſere Ideen von materiellen Dingen blos auf ſinnlichen Schein hinauslaufen, welcher durch Verhältniſſe der Dinge gegen die Werkzeuge der Sinne, und durch Verhältniſſe dieſer gegen die Seele ſelbſt, hervorgebracht wird. Es bleibt demohngeachtet in dem, was die Sinne unzählbarer Beobachter an den Körpern bemerken, eine unläugbare Uebereinſtimmung und Einheit; folglich giebt es einen allgemeinen ſinnlichen Schein, von welchem nur in einzelnen Fällen ſeltene und widernatürliche Abweichungen vorkommen. Dieſer allgemeine ſinnliche Schein iſt es, nach welchem auch der vollendetſte Skeptiker bey jedem Vorfalle des praktiſchen Lebens urtheilen und handeln wird, wenn er nicht den Namen eines wahnſinnigen Thoren mehr, als den eines Philoſophen, verdienen will. Und eben dieſer Schein iſt es, auf den der Phyſiker ſeine Unterſuchung der Körperwelt einſchränkt. Zufrieden mit dem, was ſinnliche Erfahrung ihn und alle andere Menſchen lehrt, beſcheidet er ſich gern, daß dieſe Erfahrung nicht in das wahre Weſen der materiellen Dinge einzudringen vermöge, und überläßt es dem Metaphyſiker, ſich durch die Labyrinthe des Materialismus, Dualismus, Idealismus und ſo vieler andern Syſteme über das innere Weſen der Welt, einen glücklichen Weg zum Ziele zu ſuchen.

Der allgemeine ſinnliche Schein ſtellt die Körper als **ausgedehnte, undurchdringliche, theilbare und**

träge Subſtanzen dar. Wir bemerken nemlich an allen Körpern neben einander liegende Theile, unter denen die innern von den äußern nach allen Seiten zu umringt werden: dies belegen wir mit dem Namen der **körperlichen Ausdehnung** oder des Raums, den uns jeder Körper einzunehmen ſcheinet, ſ. **Ausdehnung**. Dieſer Raum hat ſeine Grenzen, und giebt daher dem Körper ſeine **Figur**; daher iſt die von Einigen erwähnte Figurabilität eine bloße Folge der Ausdehnung, und keine beſondere Eigenſchaft der Körper. Weil aber doch der Begriff von Ausdehnung noch zurückbleibt, wenn wir uns den Körper aus ſeinem Raume herausgenommen denken, ſo erhellet, daß zum Begriffe des Körpers noch etwas mehr, als Ausdehnung allein, gehöre.

Dies iſt dasjenige, was den Raum ausfüllet, oder **undurchdringlich** macht, d. i. verurſacht, daß da, wo ein gewiſſer Körper iſt, nicht zugleich noch ein anderer Körper ſeyn kan, ſ. **Undurchdringlichkeit**. Wir nennen es **Materie, materiellen Stoff, Maſſe** des Körpers. Die Erfahrung belehrt uns, daß die Räume, welche die Körper einnehmen, nicht überall und in allen Punkten undurchdringlich ſind; daß es Körper giebt, die in gleich großen Räumen mehr oder weniger undurchdringliche Materie enthalten, woraus der Begriff von **Dichtigkeit** entſteht, ſ. **Dicht**. Da wir einen Körper, deſſen Raum in jedem Punkte undurchdringlich wäre, **vollkommen dicht** nennen würden, ſo haben einige phyſikaliſche Schriftſteller die Undurchdringlichkeit ſelbſt mit dem Namen der Dichtigkeit belegt, und daher auch die letztere als eine allgemeine Eigenſchaft der Körper angeführt.

Ausdehnung und Undurchdringlichkeit werden durch Geſicht und Gefühl an allen Körpern, auch bey der flüchtigſten Beobachtung, bemerkt. Und da ſich unſere Begriffe vom Körper einzig auf dergleichen Erfahrungen gründen, ſo enthalten dieſelben die Ideen dieſer Eigenſchaften nothwendig, d. h. wir können uns keinen Körper anders, als mit Ausdehnung und Undurchdringlichkeit, gedenken. Man nennt daher dieſe beyden Eigenſchaften **weſentliche** oder

Grundeigenſchaften der Körper, **weil ſie von der Vor**ſtellung eines Körpers unzertrennlich ſind.

Die Erfahrung lehrt ferner, daß die Körper theilbar oder aus Theilen zuſammengeſetzt ſind, ſ. **Theilbarkeit.** Wenn uns auch die Mittel fehlen, dieſe Theilung **wirklich** fortzuſetzen, ſo kan doch die Vorſtellungskraft noch theilen, ſo lang Ausdehnung vorhanden iſt, ſ. **Atomen.** Da wir aber alle Körper, mit denen ſich Verſuche anſtellen laſſen, theilbar finden, ſo rechnet man auch dieſe Eigenſchaft, oder beſſer, dieſes Phänomen der Körper zu den allgemeinen. In ſofern jede Theilung eines Körpers Kraft erfordert, oder in ſofern jeder Körper ſeiner wirklichen Theilung Widerſtand entgegenſetzt, wird ihm **Härte** zugeſchrieben, daher man auch dieſe zu den allgemeinen Phänomenen der Körper zu rechnen pflegt.

Endlich nehmen wir wahr, oder können uns wenigſtens in allen Fällen vorſtellen, daß die Körper ihren Zuſtand in Abſicht auf Ruhe und Bewegung nie ohne Urſache ändern. Dies nennen wir ihre **Trägheit**, die Urſachen der Aenderungen aber **Kräfte**. Viele dieſer Kräfte liegen offenbar außer den Körpern ſelbſt; ob aber einige auch in den Körpern liegen, davon belehren uns die Erſcheinungen nicht, und wir überſchreiten die dem Phyſiker vorgeſchriebenen Grenzen, ſobald wir darüber zu entſcheiden wagen. Einige Metaphyſiker ſehen Kraft als etwas dem Körper Weſentliches an, ſuchen ſelbſt in der Undurchdringlichkeit eine Kraft, oder finden gar das Weſen der Materie in einfachen, mit Kraft verſehenen Subſtanzen, ſ. **Materie**. Andere hingegen dehnen den Begriff der Trägheit ſo weit aus, daß ſie ſich das Verhalten des Körpers als völlig leidend und unwirkſam vorſtellen, und alle Aenderungen ſeines Zuſtands als Wirkungen **äußerer** Urſachen anſehen. Beyde gehen über das hinaus, was die Phänomene lehren, daß nemlich jede Aenderung des Zuſtands eine Urſache vorausſetze, deren Weſen man nicht kennt, und von der man es oft unentſchieden laſſen muß, ob ſie in oder außer dem Körper liegt.

Unter dieſe Urſachen, welche Bewegung hervorbringen

und andern, gehört vornehmlich die **Anziehung**, ſ. Artikel: **Attraction, Cohäſion, Adhäſion, Gravitation, Verwandſchaft.** Man wird es nach der vorhergehenden Erklärung nicht widerſprechend finden, wenn ich beydes, Trägheit und Anziehung, zu den allgemeinen Phänomenen der Körper rechne.

Alle Körper alſo zeigen Ausdehnung, Undurchdringlichkeit, Theilbarkeit, Härte, Trägheit, Anziehung, als **allgemeine Phänomene**, wovon die zwey erſten ſich als **weſentliche Eigenſchaften** betrachten laſſen. Hierüber iſt kein Zweifel bey den in unſere Sinne fallenden Körpern. Ob aber die erſten Theile der Materie, die Atomen, noch eben dieſe Phänomene zeigen würden, wenn es möglich wäre, ſie abgeſondert zu betrachten, darüber kan die Naturlehre nicht entſcheiden. Die **atomiſtiſche Phyſik** (Phyſica corpuſcularis) nimmt die erſten Theile eben ſo, wie die zuſammengeſetzten Körper, für ausgedehnt, undurchdringlich, hart, und träg an: da hingegen die **Monadologie** ihnen die Eigenſchaften der Materie abſpricht.

Andere Phänomene der Körper, z. B. Elaſticität, Sprödigkeit, Zähigkeit, Feſtigkeit, Flüßigkeit, Wärme, Kälte, Farbe, Schall, Geſchmack, Geruch ꝛc. ſind theils bloße Zuſtände, theils Folgen von Kräften und Bewegungen, welche auf die Werkzeuge unſerer Sinne wirken. Sie heißen bisweilen auch **abgeleitete Eigenſchaften** (qualitates ſecundariae), und es wird von ihnen in beſondern Artikeln dieſes Wörterbuchs gehandelt.

Kohle, Carbo, *Charbon.* Der Rückſtand pflanzenartiger und thieriſcher (d. i. ölichte Theile enthaltender) Subſtanzen, nach ihrem vollkommenen Glühen in verſchloßnen Gefäßen. Der ölichte Beſtandtheil nemlich wird durch die Wirkung des Feuers zerſetzt, und ſein Brennbares, welches wegen der Verſchließung und des abgeſchnittenen Zutritts der Luft nicht davon gehen kan, verbindet ſich mit dem erdichten Grundſtoffe zu einem feſten, trocknen, ſchwarzen und zerreiblichen Körper. Man erhält die Kohle nie anders, als aus ölichten Subſtanzen, alſo nie aus Schwe-

fel oder Metallen, und eine erhaltene Kohle iſt ein untrügliches Merkmal eines vorhanden geweſenen Oels.

Die Kohle enthält ein ſehr reines Phlogiſton, welches durch ein neues Glühen mit der Vitriolſäure Schwefel, mit der Phoſphorſäure Phosphorus, mit den metalliſchen Kalken Metalle giebt, mit der Salpeterſäure aber verpuffet. In der freyen Luft wird die Kohle durch das Feuer zerſetzt, und verbrennt, jedoch mit ſehr ſchwacher Flamme und ohne Rauch, da hingegen die Oele ſelbſt eine ſtarke Flamme und viel Rauch geben. Ohne Zutritt der Luft verändert das Feuer die Kohle gar nicht.

Das Verbrennen der Kohlen phlogiſtiſirt die Luft ungemein ſtark, daher der ſogenannte Kohlendampf erſtickend und tödtlich iſt. (Man ſ. **Portal** über die mephitiſchen Dämpfe und vorzüglich den Kohlendampf; aus dem Frz. Frf. und Leipz. 1778. 8.) Freye Luft, Aufrechtſtellung des Körpers, Begießung mit kaltem Waſſer, Anhalten eines ſtarken Eſſigs an die Naſe, Streichen des Unterleibes und Einblaſen dephlogiſtiſirter Luft ſind die beſten Rettungsmittel der auf dieſe Art Verunglückten.

Die vegetabiliſche Kohle zerfällt durchs Verbrennen zu Aſche, die den achten Theil ihres Gewichts beträgt, und aus dem fixen Gewächslaugenſalze, verſchiedenen Erden und einem Antheile von Eiſen beſteht. Die thieriſche Kohle verbrennt ſchwerer, verliert nur die Helfte ihres Gewichts, wird weiß und bleibt ziemlich feſt. Man nennt ſie **Knochenerde** oder **Knochenaſche.**

Die **Holzkohlen**, welche für das gemeine Leben und die Chymie ſo brauchbar ſind, werden aus Scheitholze in ſtehenden oder liegenden **Meilern** bereitet, die man um einen Pfahl herum errichtet, anzündet und mit Leimen bewirft. Durch Oefnungen dieſer Bewerfung wird das Feuer ſo regiert, daß der Meiler wohl durchbrennt, und nur der wäſſerichte Rauch verlohren geht. Endlich wird das Feuer erſtickt, und der Meiler geöfnet. (ſ. l'Art du charbonnier par Mr. *du Hamel du Monceau*, à Paris, 1761. fol. überſetzt im Schauplatz der Künſte und Handw. B. I. S. 1 — 44. **Hallens** Werkſtätte, B. III. S.

242 — 250.) Von den **Steinkohlen** wird ein eigner Artikel handeln.

Macquer chym. Wörterb. Art. Kohle.

Koluren, Coluri, *Colures*. Dieſen Namen führen zween größte Kreiſe der beweglichen Himmelskugel, welche durch die beyden Pole gehen, und mit dem Aequator rechte Winkel machen. Der eine von ihnen geht durch die beyden Punkte der Nachtgleichen, der andere durch die beyden Punkte der Sonnenwenden, daher jener **Kolur der Nachtgleichen** (colurus aequinoctiorum, *colure des équinoxes)*, dieſer **Kolur der Sonnenwenden** (colurus ſolſtitiorum, *colure des ſolſtices)* heißt.

Kometen, Haarſterne, Schwanzſterne, Cometae, Stellae crinitae, comatae, caudatae, *Comètes*. Sterne, die nur zu Zeiten unſern Augen ſichtbar werden, gemeiniglich nur ein blaſſes Licht zeigen, in einen Nebel eingehüllt ſind, und mehrentheils einen langen neblichten Schweif nach ſich ziehen, welcher allezeit von der Sonne abgekehrt iſt. Dieſer Schweif (coma, cauda) hat ihre Benennungen veranlaſſet. Sie unterſcheiden ſich von den Planeten durch eine eigne Bewegung, die, ohne dem Thierkreiſe zu folgen, nach allen möglichen Richtungen am Himmel, bald geſchwinder, bald langſamer, beobachtet wird. Sie werden oft ſchon durch Fernröhre geſehen, ehe ſie das bloße Auge wahrnimmt, und wenn ihr ſcheinbarer Lauf ſie vor der Sonne vorüber geführt hat, ſo werden ſie nach und nach kleiner, ſind zuletzt nur noch durch Fernröhre ſichtbar, und verſchwinden endlich völlig.

Die ungewöhnliche Erſcheinung, das trübe fürchterliche Anſehen, und vornehmlich die Schweife, hatten ſonſt die Kometen zu Gegenſtänden der Furcht und des Schreckens gemacht, die, wie man glaubte, den Menſchen Krieg, Peſt und anderes Unglück androhten. Viele Aſtronomen hielten ſie auch für bloße Meteore oder vorübergehende Erſcheinungen unſers Luftkreiſes. Die neuere Sternkunde aber hat gelehrt, daß ſie beſtändige zu unſerm Sonnenſy-

ſtem gehörige Körper ſind, die ſich nach den kepleriſchen Geſetzen, jedoch in ſehr langen eccentriſchen Ellipſen, um die Sonne bewegen.

Riccioli (Almag. nov. Bonon. 1651. fol.), Lubieniczi (Theatrum cometicum. Amſt. 1667. fol. Lugd. Bat. 1681. fol.) und Hevel (Cometographia, Gedani, 1668. fol.) haben Verzeichniſſe von mehr als 400 vom 23ſten Jahrhunderte v. C. G. bis 1665 erſchienenen und in den Geſchichtsbüchern angemerkten Kometen geliefert, welche in der Berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln (Th. I. S. 23 — 35.) zuſammengezogen, und bis zum Jahre 1774 fortgeſetzt ſind. Unter den 479 Numern dieſes Verzeichniſſes kommen zwar viele vor, welche ſich gewiß blos auf Meteore beziehen: von mehr als 70 erſchienenen Kometen aber hat man bereits einen Theil ihrer wahren Laufbahnen um die Sonne mit den dazu gehörigen Elementen berechnet. Aus dieſen Elementen zeigt ſich, daß einige dieſer Körper ſchon mehreremale erſchienen ſind. Die Kometen von 1456, 1531, 1607, 1682, 1759 ſind nur ein einziger, der ſeine Laufbahn in 76 Jahren vollendet; ſo ſcheinen auch die von 1532 und 1661 nur einer geweſen zu ſeyn, deſſen Wiedererſcheinung man im Jahre 1789 oder 1790 erwarten könnte, wenn anders die Beobachtungen des Apianus von 1532 zuverläßig genug ſind.

Ohne Zweifel ſind noch weit mehrere Kometen erſchienen, die man nicht wahrgenommen hat. Durch gute Fernröhre und genaue Aufmerkſamkeit werden viele entdeckt, die dem bloßen Auge entgehen; und Meſſier nahm ſeit 1757, zu welcher Zeit man den von 1682 wieder erwartete, und deswegen alle Aufmerkſamkeit auf dieſen Gegenſtand richtete, in 7 Jahren 7 Kometen wahr.

Obgleich die Alten, ſelbſt Ariſtoteles und Ptolemäus, die Kometen blos für Meteore unſers Luftkreiſes hielten, ſo iſt es doch ausgemacht, daß die Pythagoräer, Demokrit u. a. ihre immerwährende Bewegung in regelmäßigen Laufbahnen gemuthmaßet haben. Die Meynungen der Alten über dieſe Körper findet man beym Ariſtoteles (Meteor. I. 6.), Plinius (H. N. II. 25.), Plut-

arch (De plac. Philoſ. III. 2.), Gellius (Noct. Att. XIV. 1). Kein Schriftſteller aber hat ſich erhabner darüber ausgedrückt, als Seneca (Quaeſt. nat. VII. 13.), deſſen Worte eines reifern Zeitalters würdig ſind. „Cometas, ſagt er, ſidera eſſe cum mundo duratura, quanquam legibus nondum compertis reguntur, haec tam „occulta dies extrahet, ac longioris aevi diligentia, „cui admirationi erit, haec veteres neſcire potuiſſe, poſtquam demonſtraverit aliquis naturae interpres, in quibus caeli partibus Cometae errent, quanti qualesque „ſient.“ Dennoch blieb die Meynung von der Vergänglichkeit der Kometen herrſchend, und der daraus entſtandene Mangel alter Beobachtungen ihres Laufs ſetzt uns in der Kenntniß ihrer wahren Bahnen ungemein zurück.

Tycho de Brahe war der Erſte, der den ſcheinbaren Lauf des Kometen von 1577 genau beobachtete, und aus ſeiner geringen Parallaxe ſchloß, daß er viel weiter, als der Mond, von uns entfernt ſey. Er nahm die Bahn deſſelben für einen Kreis um die Sonne an (De mundi aetherei recentioribus phaenomenis, L. II. 1587.), hielt aber dabey noch immer die Kometen für bald vergängliche Körper. Kepler, der den Kometen von 1618 ſahe, glaubte, die Beobachtungen deſſelben auf eine geradlinigte Bahn, zwiſchen der Sonne und Erde hindurch, reduciren zu können (Libelli tres de cometis, aſtronomicus, phyſicus, aſtrologicus. Aug. Vind. 1619. 4.). Die phyſikaliſche Erklärung iſt ſeiner ganz unwürdig; er nimmt die Kometen für neuentſtandene Erzeugungen an, die im Himmel, wie Fiſche im Meere, ſchwimmen, um den Raum auszufüllen; auch vergißt er die aſtrologiſchen Bedeutungen nicht. Indeſſen iſt ſeine Hypotheſe von der geradlinigten Bahn der Kometen, von vielen nachherigen Aſtronomen beybehalten und vorzüglich von Wrenn, Auzout und dem ältern Caſſini mit einigen geringen Abänderungen auf wirkliche Berechnungen angewendet worden. Hevel kam der Wahrheit etwas näher. Er erkannte die Bahn für paraboliſch gegen die Sonne gekrümmt, nahm aber die Kometen für irdiſche Theile aus andern Planeten an, die in einem para-

boliſchen Bogen, wie geworfene Körper, im Weltraume fortgeſchleudert würden.

Im Jahre 1680 ward am 4. Nov. der große Komet, der allenthalben ſoviel Schrecken verbreitete, zuerſt von Gottfried Kirch in Coburg geſehen. Er gieng mit beſchleunigter Bewegung, welche am 30. Nov. täglich 5° betrug, gerade zur Sonne; näherte ſich hierauf derſelben etwas langſamer, und erreichte ſie zu Anfang des Decemb. Am 22. Dec. erſchien er wieder auf der andern Seite der Sonne, durchlief täglich 5°, nahm aber an Geſchwindigkeit und Größe ab, und verſchwand mitten im März 1681. Er hatte die Ekliptik in zween Punkten durchſchnitten, welche 98° von einander abſtanden, und während der Zeit faſt neun Zeichen durchlaufen. Als er von der Sonne zurückkam, hatte ſein Schweif eine Länge von 70°. Die Erde hatte eben damals eine ſo bequeme Stellung, daß ſeine Rückkehr eben ſowohl, als ſeine Annäherung an die Sonne beobachtet werden konnte.

Georg Samuel Dörfel, Prediger zu Plauen im Voigtlande, hatte dieſen Kometen vom 22. Nov. bis zu Ende des Jänners beobachtet; er bewieß (Aſtronomiſche Betrachtung des großen Cometen, welcher A. 1680 und 1681 erſchienen, von G. S. D. Plauen, 1681. 4.) daß der angekommene und der zurückgegangene Komet einer und eben derſelbe ſey, und daß ſein Lauf eine **Parabel** beſchrieben habe, **in deren Brennpunkte die Sonne ſtehe**. Dieſes iſt unſtreitig die erſte Entdeckung der wahren Geſtalt der Kometenbahnen, wenigſtens ihres ſichtbaren Theils. Man hat zwar **Dörfeln**, da er in deutſcher Sprache ſchrieb, und unter den Aſtronomen wenig bekannt war, lange Zeit dabey nicht genannt, aber **Weidler**, **Montucla** und **Käſtner** (Nachrichten von Dörfeln, in den Schriften der Leipz. Geſellſch. freyer Künſte, Th. III.) haben ſeine Verdienſte der Vergeſſenheit entriſſen.

Newton entdeckte um eben dieſe Zeit die Theorie des Kometenlaufs, und machte ſie nach einigen Jahren in ſeinen Principiis bekannt. Was bey Dörfeln blos Muthmaßung aus aſtronomiſchen Beobachtungen war, das war

bey Newton nothwendige Folge aus dem allgemeinen Syſtem der Gravitation und der Centralbewegungen. Da er nicht umhin konnte, ſein Geſetz der Gravitation gegen die Sonne auch auf die Kometen auszudehnen, ſo folgte daraus, daß ihr Lauf eine Ellipſe beſchreiben, und die Sonne in einem Brennpunkte derſelben ſtehen müſſe. Weil wir ſie aber nur kurze Zeit ſehen, ſo mußte dies eine Ellipſe ſeyn, von der nur ein kleiner Theil in der Nähe der Erde und der Sonne, oder in der Nähe des Brennpunkts liegt, d. i. eine ſehr eccentriſche Ellipſe, wie ADPE, Taf. XII. Fig. 89., deren Mittelpunkt C vom Brennpunkte S ſehr weit abſteht, und von welcher nur der keine Theil DPE der Erde ♁ ſichtbar iſt. Da nun in einer ſolchen Ellipſe der Theil DPE ſehr wenig von der paraboliſchen Geſtalt abweicht, ſo war es ſehr natürlich, daß Newton zu Erleichterung der Rechnung den ſichtbaren Theil der Kometenbahn als eine um die Sonne als Brennpunkt gehende Parabel betrachtete. Seine hierauf gegründeten Berechnungen des Kometen von 1680 trafen mit Flamſtead's und Kirchs Beobachtungen ſo genau überein, daß nicht der mindeſte Zweifel mehr zurück bleiben konnte. Sehr merkwürdig war hiebey die große Nähe, in welcher der damalige Komet bey der Sonne vorüber gegangen war. Die kleinſte Entfernung PS betrug nur $\frac{1}{163}$ der Entfernung der Erde von der Sonne; woraus Newton, freylich nach eignen Grundſätzen über die Wärme, berechnet, der Komet ſey 2000mal ſtärker, als ein glühendes Eiſen, erhitzt worden. Dies ſetzte, wenn er nicht ganz in Dämpfe aufgelöſet werden ſollte, eine große Dichtigkeit ſeines Kerns voraus, und half die Meynung von der Unvergänglichkeit der Kometen beſtätigen.

Halley (Synopſis Aſtronomiae cometicae, in Philoſ. Trans. 1705.) wandte die newtoniſche Theorie auf 24 Kometen an, von welchen ſich leidlich genaue Beobachtungen vorfanden, und brachte die berechneten Elemente ihrer Bahnen in eine Tabelle. Er hatte das Vergnügen zu ſehen, daß drey derſelben faſt einerley Elemente hatten, alſo ein und eben derſelbe Komet waren, deſſen Umlaufszeit ſich

aus dieſen Wiedererſcheinungen auf 75 — 76 Jahre ſetzen ließ. Halley verkündigte hieraus die Wiederkunft eben dieſes Kometen auf 1759. Dieſe in ihrer Art einzige Vorherſagung iſt auch wirklich eingetroffen. Der ſeiner mannichfaltigen Kenntniſſe wegen berühmte Landmann **Palitzſch** bey Dresden ſahe den halleyiſchen Kometen am 25. Dec. 1758 zuerſt wieder. Es hatte zwar ſein letzter Umlauf 500 Tage länger gedauert, als der von 1607 bis 1682; allein die Aſtronomen zeigten ſehr deutlich, daß dieſe Verſpätigung und die damit verknüpfte Aenderung der Elemente blos der Anziehung des Jupiters und Saturns zuzuſchreiben ſey. Die Bahn dieſes Kometen AEPDA Taf. XII. Fig. 89. hat den Punkt P um 0,58 des Halbmeſſers der Erdbahn von der Sonne entfernt, und die Linie SP richtet ſich nach 3° ♒. Ihre Ebne hat gegen die Ebne der Erdbahn eine Neigung von 18°, und ſchneidet ſich mit letzterer ſo, daß der aufſteigende Knoten aus der Sonne geſehen im 24° ♉ liegt. Der Lauf des Kometen geht nach der Ordnung der Buchſtaben AEPDA, und iſt alſo **rückläufig**. Soviel läßt ſich aus den Beobachtungen ſelbſt durch die paraboliſche Theorie finden. Dieſe Theorie aber beſtimmt nichts über die Größe der ganzen Bahn; da die Parabel gar nicht wieder in ſich zurück geht, ſo ſollte ihr zu Folge der Komet gar nicht wieder kommen, oder A ins Unendliche hinaus fallen. Wenn man aber die Umlaufszeit eines Kometen aus ſeiner mehrmaligen Erſcheinung kennt, welche für den von 1759, 28070 Tage beträgt, ſo findet man daraus vermittelſt der dritten kepleriſchen Regel (ſ. **Kepleriſche Regeln**)

für S♄ = 1; $CA = \sqrt[3]{\frac{28070^2}{365{,}25^2}} = 18{,}07$; alſo AP = 36,14;

hievon SP = 0, 58 abgezogen, läßt SA = 35,56 übrig, und die halbe kleine Axe CG wird aus der Theorie der Ellipſe = 4,54 gefunden. Die Bahn dieſes Kometen iſt alſo viermal ſo lang, als breit; er kömmt der Sonne in P, 61mal näher als in A, läuft aber auch in P 61mal geſchwinder, und ſteht in A über $3\frac{1}{2}$mal weiter von der Sonne als Saturn.

Halley erlaubte ſich ähnliche Muthmaßungen über die Kometen von 1532 und 1661 aus den Beobachtungen des **Apianus** und **Hevel**, ſchloß daraus eine Umlaufszeit von 129 Jahren, und ſetzte die Wiedererſcheinung auf 1790; es wird ſich alſo in den nächſten Jahren zeigen, ob dieſe Vorherſagung richtig ſey; woran jedoch manche Aſtronomen zweifeln, weil ſie in **Apians** Beobachtungen von 1532 ein Mißtrauen ſetzen, und die Elemente der Bahnen bey den Kometen der angeführten Jahre nicht übereinſtimmend genug finden.

Endlich ſchrieb auch **Halley** dem großen Kometen von 1680 eine Periode von 575 Jahren zu, und glaubte dadurch zu finden, daß er 46 Jahre v. C. G. gleich nach dem Tode des Julius Cäſar, und um die Zeit der Sündfluth erſchienen ſeyn müſſe. Er hielt dieſen Kometen für die Urſache der Sündfluth, welchen Gedanken **Whiſton** weiter ausgeführt hat, ſ. **Erdkugel**.

Die newtoniſche Theorie des Kometenlaufs iſt durch alle ſeitdem erſchienene Kometen beſtätiget worden. Der vom Jahre 1729 gieng ſehr langſam und in großer Entfernung von der Sonne, zwiſchen den Bahnen des Mars und Jupiter durch ſein Perihelium. Der von 1744 zeigte bey ſeiner erſten Erſcheinung keinen Schweif, bekam aber einen, der ſich während ſeiner Annäherung an die Sonne bis auf 40° verlängerte. Als er von der Sonne zurückgieng, war nur der Schweif allein ſichtbar, aber ſehr groß, und in 5 Streifen zertheilt. Der 1769 erſchienene zeigte ſich im September nach Mitternacht am größten, und mit einem Schweife von 40°. Am 7 Oct. gieng er innerhalb der Merkursbahn, 8mal näher als die Erde, bey der Sonne vorüber. Nach ſeiner Zurückkunft von derſelben, wo er im November Abends wieder ſichtbar war, fand ihn **Lambert** (Beytr. zum Gebrauch der Mathem. Th. III. Num. 7.) ſehr verändert, und wendet auf ihn Virgils Stelle an:

— quantum mutatus ab illo!
Squallentem barbam et concretos ſanguine crines
Vulneraque illa gerens, quae circum plurima *Solem*
Accepit —

Der im Junius 1770 gieng anfänglich ſehr langſam, und zeigte keinen Schweif, darauf durchlief er in vier Tagen auf einmal einen großen Raum, und legte am 1. Jul. allein 44° zurück. Er iſt derjenige, deſſen Beobachtungen ſich am ſchwerſten mit der paraboliſchen Theorie vereinigen laſſen, daher **Lexell** (Philoſ. Trans. for 1779. num. 8.) ſeine Bahn für eine ganz kurze Ellipſe angenommen, und die Umlaufszeit nur auf 5½ Jahr geſetzt hat.

Wie man aus drey Beobachtungen eines Kometen die Elemente des paraboliſchen Theils ſeiner Bahn finde, zeigt **Newton** (Princ. L. III. prop. 41.), und nach ihm vornemlich **Euler** (Theoria motus pianetarum et cometarum. Berol. 1744. 4.). **Lambert** hat einen noch leichtern Weg durch Zeichnung angegeben, und über die Frage von Verbeſſerung und bequemer Einrichtung der Berechnung der Kometenbahnen hat bey der Berliner Akademie Herr **Tempelhof** im Jahre 1778 den Preiß erhalten. Das ſchönſte und vollſtändigſte Werk über die Lehre von den Kometen iſt des Herrn **Pingré** Kometographie (Cometographie, à Paris, 1785. II. Vol. 4.).

Die bis 1774 bekannt gewordenen Elemente der Kometenbahnen hat auch Herr **Bode** (Erläut. der Sternkunde, Th. II. S. 479.) mitgetheilt, und nach **Proſperins** Berechnung (De inveniendis punctis proximis parabolae et circuli circa eund. foc. deſcr. Upſal. 1773.) beygefügt, wie nahe jeder der Erde höchſtens kommen könne. Unter 63 bekannten Kometen gehen nur 8 jenſeits der Erd- und 2 jenſeits der Marsbahn um die Sonne. Dieſes iſt wohl ein Zeichen, daß es weit mehr Kometen giebt, wir aber nur die bemerken, welche in die Nachbarſchaft der Erde kommen. **Lambert** (Kosmologiſche Briefe, Augſp. 1761. 8.) trägt ſehr erhabne Gedanken hierüber vor, und überſchlägt die Anzahl der zu unſerm Syſtem gehörigen Kometen bis an 4000. Sie durchkreuzen die Flächen der Planetenbahnen nach allen möglichen Seiten und Richtungen, zerſtören die feſten Sphären des alten Weltſyſtems und die Wirbel des **Descartes** gänzlich, geben hingegen dem copernikaniſchen und newtoniſchen Syſtem einen neuen

Glanz, indem ſie zeigen, daß ſich die Kraft der Sonne nicht blos nach der Fläche der Planetenbahnen, ſondern nach allen Seiten verbreite, und der große Raum nicht ungenützt bleibe.

Ueber die phyſikaliſche Beſchaffenheit dieſer Körper ſind wird noch ſehr wenig belehrt. Die Erſcheinungen zeigen mehrentheils an den Kometen **Kopf** und **Schweif**. Jener hat durch Fernröhre betrachtet einen dichten **Kern**, und um denſelben eine neblichte **Atmoſphäre**. Der Schweif iſt jederzeit von der Sonne abwärts gekehrt, welches **Peter Apian** (oder Bienewitz aus Leißnig in Sachſen) zuerſt bemerkt hat; er folgt alſo dem Kopfe nach, wenn der Komet zur Sonne geht, und geht voran, wenn er wieder zurückkömmt. Indem ſich der Komet der Sonne nähert, ſieht man durch Fernröhre an der der Sonne zugekehrten Seite den Kern ſeine Rundung verlieren, und ſich gleichſam in einen Nebel auflöſen, welcher die Atmoſphäre vergrößert, um den Kern auf beyden Seiten herumgeht, und den Schweif verlängert. Kömmt der Komet von der Sonnennähe zurück, ſo iſt er ſehr verändert; man findet den Kern faſt gar nicht mehr, und alles iſt dichte Atmoſphäre und Schweif; der letztere ſehr verlängert, wenn dies die Stellung der Erde zu ſehen erlaubt. Die ſchönen Abbildungen, welche **Heinſius** (Beſchreibung des 1744 erſchienen Kometen. St. Petersb. 1744. 4.), nach ſeinen Beobachtungen durch ein gutes Spiegelteleſkop, geliefert hat, zeigen dieſe Entſtehung der Atmoſphäre und des Schweifs durch Auflöſung der Materie des Kerns ganz ſichtlich. Eigentliche Phaſen zeigen zwar die Kometen nicht; der von 1744 aber ſahe doch auf der Seite am hellſten aus, von der ihn die Sonne beſchien. Der Schweif iſt allezeit leuchtend und ſo dünn, daß man die Fixſterne dadurch ſehen kan.

Es iſt daher nicht unwahrſcheinlich, daß dieſe Körper aus einer Materie beſtehen, welche durch den Einfluß der nahen Sonne aufgelöſet und in Dünſte verwandelt wird, die in den vielen Millionen Meilen langen Schweif fortgetrieben werden, und bey der nachmaligen langen Entfernung

von der Sonne verdichtet wieder herabfallen. Wenn auch gleich dieſe Dünſte, wie der Kern ſelbſt, an ſich dunkel ſind, ſo wird doch ihre dadurch gleichförmige Erleuchtung durch ihre große Feinheit begreiflich, ohne daß man eben nöthig hat, ſie für phoſphoriſch oder elektriſch zu erklären. **Newton**, **Halley**, **Whiſton**, **Cluver** u. a. nahmen die Einwirkung der Sonne in den Kometen für Erhitzung, und die Schweife für Waſſerdämpfe an; **Iſaak Voſſius** hingegen (De natura lucis. Amſt. 1662. 4.) erklärte die Kometen für brennend, und den Schweif für Flamme. **Maitan** (Traité de l'aurore boreale, à Paris, 1732. 1754. 4.) läßt die Schweife aus Theilen der Sonnenatmoſphäre beſtehen, welche die Kometen an ſich nehmen, indem ſie ſich der Sonne nähern, und die der Stoß der Sonnenſtralen von derſelben abwärts treibt. Ich überlaſſe Jedem, hieraus zu wählen, was ihm bey dieſer in der That erſtaunenswürdigen Erſcheinung das Wahrſcheinlichſte däucht.

Man hat die Kometen zu mancherley Erklärungen genützt, wovon ſich Beyſpiele bey dem Worte: **Erdkugel** finden. Herr **Wiedeburg** nimmt ſie in ſeinem Syſtem über die Generation der Weltkörper für ausgeſtoßne Sonnenflecken an, die anjetzt zu Planeten oder Monden vorbereitet und gebildet werden. **Lamberts** Gedanken darüber in den kosmologiſchen Briefen ſind ſehr erhaben, und ſelbſt da, wo ſeine Einbildungskraft vielleicht zu weit geht, noch immer ſchön und hinreißend. Es iſt bey allen den erſtaunlichen Veränderungen, die die Kometen von der Sonne leiden, gar nicht unmöglich, daß ſie denkenden und empfindenden, vielleicht ſehr verfeinerten Weſen zum Aufenthalte dienen können, die auf einer ſo viel umfaſſenden Laufbahn reichlichen Anlaß finden, an der Mannichfaltigkeit der Schöpfung ihre Talente zu üben, und ſich unerſchöpfliche Quellen des edelſten Vergnügens zu öffnen.

Der Aberglaube, der ſonſt die Kometen zu ſchrecklichen Vorboten des Unglücks machte, iſt nicht mehr herrſchend. Dagegen hat die neue Theorie Anlaß gegeben, zu befürchten, daß ein Komet der Erde durch ſeine Annäherung

ſchaden, ſie aus ihrer Laufbahn verdrängen, ihr den Mond rauben, oder ihre Gewäſſer zu erſtaunlichen Höhen erheben könnte. **Heyn** (Verſuch einer Betrachtung über Kometen, Sündfluth ꝛc. 1742. 8.) erklärte den Untergang der Erde dadurch, daß ein Komet ſie in Gegenden treiben werde, wo ſie nicht mehr bewohnbar ſey. Ein Komet, ſo groß als die Erde und nur 13290 Meilen von ihr entfernt, könnte das Meer auf 6000 Ellen hoch erheben. **De la Lande** (Reflexions ſur les comètes, à Paris, 1773. 4.) berechnete dieſe Wirkungen, und zeigte zugleich, daß einige unter den berechneten Kometen ihre Knoten ziemlich nahe an der Erdbahn haben. Dieſe Schrift verbreitete in Paris eine allgemeine Furcht vor den Kometen. Man ſieht aber aus den von **Proſperin** berechneten geringſten Entfernungen, daß es nur 8 bekannte Kometen giebt, welche ſich der Erde mehr als $\frac{1}{30}$ ihres Abſtands von der Sonne, d. i. um mehr als 400 Erddurchmeſſer nähern können. Der von 1680 z. B. kan ihr höchſtens bis auf 60, der von 1770 auf 96 Erddiameter nahe kommen. Herr **de Sejour** (Eſſai ſur les comètes, Paris, 1775. 8.) berechnet, daß der letztere am 1. Jul. 1770 von der Erde wirklich nur um 750000 Lieuen abgeſtanden habe, und ihr näher, als irgend ein anderer, gekommen ſey. Dennoch hat er keine uns bekannte Aenderung verurſacht, und diejenigen Kometen, deren Schweiſe das fürchterlichſte Anſehen hatten, waren der Sonne ſehr nah, alſo entfernt genug von der Erde. Auch **Euler** (De periculo a nimia appropinquatione cometae metuendo, in Nov. Comm. Petrop. To. XIX. no. 1.) hat durch genauere Berechnung dargethan, daß die Knoten dieſer acht Kometen noch viel zu entfernt ſind, um Zerrüttungen auf der Erde zu veranlaſſen, wobey er auch des **de la Lande** Angabe über die Höhe der dadurch erregten Waſſerfluthen ſehr mäßiget.

Montucla Hiſt. des mathematiques To. II.

Käſtners Anfangsgr. der Aſtr. 3te Aufl. Göttingen, 1781. 8. §. 303 u. f.

Bode kurzgefaßte Erläut. der Sternkunde, Th. II. S. 457. u. f.

De la Lande aſtronomiſches Handbuch, Leipz. 1775. gr. 8. S. 577. u. f.

Kosmiſch, Coſmicus, *Coſmique.* Dies Wort bedeutet ſeinem Urſprung nach: was ſich auf die Welt bezieht. Man nennt den Auf- oder Untergang der Geſtirne **kosmiſch**, wenn er mit Anfang des Tages oder mit Sonnenaufgang geſchieht. Alsdann geht das Geſtirn gleichſam **der Welt** auf oder unter. So geht Sirius für Leipzig jährlich um den 8. Aug. mit der Sonne zugleich auf, und um den 17. Nov. bey Sonnenaufgang unter. Dies ſind bey uns die Tage ſeines **kosmiſchen** Auf- und Untergangs. Dieſe Tage für jede Zeit und jeden Ort angeben zu können, iſt zur Erklärung der alten Schriftſteller nöthig, ſ. die Artikel: **Aufgang, Akronykriſch.**

Kosmogonie, Coſmogonia, *Coſmogonie.* Die Lehre von der Entſtehung und Bildung der Körperwelt. Daß man für die Lehre von einem ſolchen Gegenſtande einen eignen Namen hat, iſt wohl ein ſehr großer Beweis von den kühnen Anmaßungen des menſchlichen Verſtandes. Denn am Ende läuft alles, was wir davon mit Ueberzeugung wiſſen, auf den einzigen Satz hinaus, daß die Welt das Werk eines höchſt vollkommnen, weiſen, mächtigen und gütigen Schöpfers ſey, der alles, was er nach ſeinen erhabnen Endzwecken des Daſeyns würdig fand, durch die ſchicklichſten Mittel hervorgebracht hat.

Wir kennen in unſern kleinen Beobachtungskreiſe nur einen höchſt unbedeutenden Theil des Hervorgebrachten ſelbſt, und müſſen uns über die Mittel der Hervorbringung und Bildung, wenn wir auch nur bey unſerer Erdkugel ſtehen bleiben, mit höchſt ſchwankenden Muthmaßungen befriedigen. Welche Vermeſſenheit iſt es, in die Bildung des unermeßlichen Ganzen blicken zu wollen!

Kosmographie, Weltbeſchreibung, Coſmographia, *Coſmographie.* Die Beſchreibung der Welt und ihrer Haupttheile. Sie begreift die Aſtronomie und Geographie, als zween beſondere Abſchnitte, unter ſich. Bisweilen aber wird der Name Kosmographie auch für Geographie allein gebraucht.

Kosmologie, Coſmologia, *Coſmologie.* Die Lehre von der materiellen Welt, ihren Haupttheilen, und allgemeinen Geſetzen. Man begreift darunter, außer der Aſtronomie und Geographie, auch die allgemeine Phyſik, oder den Inbegriff der allgemeinen Naturgeſetze, überhaupt alles dasjenige, was in der Körperwelt beſtändig und bleibend zu ſeyn ſcheint. Die abſtracte Betrachtung deſſelben macht unter dem Namen der allgemeinen Kosmologie einen Theil der Metaphyſik aus, die beſondere Anwendung auf die Erſcheinungen mit der Betrachtung der drey Naturreiche auf unſerer Erde verbunden, iſt dasjenige, was unter dem Namen der **Phyſik** oder **Naturlehre** insgemein vorgetragen wird.

Maupertuis (Eſſai de Coſmologie, in den Oeuvres de *Maupertuis*, à Lyon, 1768. IV. To. 8maj. To. I.) unterſucht unter dem Namen der Kosmologie die aus der Betrachtung der Natur gezognen Beweiſe für das Daſeyn eines höchſten Weſens, leitet aus den Eigenſchaften deſſelben ſein allgemeines Naturgeſetz **der kleinſten Wirkung** (ſ. **Wirkung**), und aus dieſem die Geſetze der Bewegung her, und beſchließt mit einem Gemälde des ganzen Weltbaus. **Wiedeburg** (Einleitung in die phyſiſch-mathematiſche Koſmologie, Gotha, 1776. gr. 8.) giebt unter dieſem Titel einen Auszug des Gemeinnützigſten aus der allgemeinen Phyſik, Sternkunde und Erdbeſchreibung; **Wünſch** (Kosmologiſche Unterhaltungen, Leipz. 1778—1780. III. B. 8.) theilt ſehr wohl geſchriebene und gründliche Belehrungen über die Himmelskörper, die Erdkugel, die vornehmſten Lehren der Phyſik, und den Menſchen mit.

Kraft, Vis, *Force.* Ein allgemeiner Name alles deſſen, was Bewegung hervorzubringen, zu ändern oder zu hindern ſtrebt. Daß dieſe Urſachen der Bewegung in der tiefſten Dunkelheit verborgen liegen, und ihr erſter Urſprung außer der Körperwelt geſucht werden müſſe, iſt ſchon bey dem Worte: **Bewegung** erinnert worden. Da indeß jede Aenderung des Zuſtands einen Grund, mithin auch

jede Entſtehung und Veränderung der Bewegung eine Urſache vorausſetzt, ſo behelfen wir uns mit dem Worte: **Kraft**, um dadurch alle dieſe Urſachen zu bezeichnen, die wir ſo oft nennen müſſen, obgleich ihre Natur ein unerforſchliches Geheimniß bleibt.

Die Bewegung iſt das wichtigſte, aber auch das unerklärbarſte Phänomen der Körperwelt, ſie mag nun durch lebende Weſen, oder durch Mittheilung, oder durch Gravitation u. dgl. hervorgebracht werden. Unter den Weltweiſen haben ſie einige als etwas der Materie weſentlich Eignes angeſehen, andere mit dem **Ariſtoteles** von einer erſten ſelbſt unbewegten Urſache (πρωτον κινουν ακινητον) hergeleitet.

Malebranche, der die Gottheit mit Recht zum Urheber der Bewegung macht, findet den unmittelbaren Einfluß dieſes höchſten Weſens bey jedem beſondern Wurfe, Falle und Stoße nöthig, und macht ſo die ganze Körperwelt zu einer unaufhörlichen Reihe von Wundern. Die Einführung des Wortes **Kraft** ſollte anfänglich dazu dienen, die Bewegung deutlicher zu **erklären**; aber man hat in dieſer Rückſicht dadurch nichts weiter gewonnen, als einen Namen, der unſere Unwiſſenheit verſtecken hilft, und der wegen des dunkeln Begrifs, den er bezeichnet, ganz bequem iſt, um aus ihm noch mehr Wirkungen, als die Bewegung allein, herzuleiten.

Das Wort **Kraft** drückt im eigentlichen Verſtande das aus, was wir in uns fühlen, wenn wir ruhende Körper bewegen, oder bewegte aufhalten wollen. Die Empfindung, die wir alsdann haben, iſt jederzeit mit einer Veränderung der Ruhe oder Bewegung des Körpers, auf den wir wirken, begleitet. Wir können uns nicht enthalten, das, was in uns iſt, für die Urſache dieſer Veränderung anzunehmen. Sehen wir nun ähnliche Veränderungen ohne unſer Zuthun erfolgen, ſo ſind wir geneigt, eine ähnliche Urſache davon, eine **Kraft**, außer uns zu vermuthen. Man überſieht leicht, wie undeutlich dieſe Vorſtellung iſt. Inzwiſchen giebt ſie einen bequemen Namen für die Urſache

der Bewegung, in welchem wir nur nichts mehr, als Benennung, niemals Erklärung, ſuchen dürfen.

So ſagen wir, daß unſere Hand Kraft anwende, um Körper zu bewegen, wir ſchreiben dem Stoße des bewegten Körpers gegen andere eine Kraft zu, und nennen die Schwere, die die Körper fallen macht, die Cohäſion, die der Trennung der Theile widerſteht u. ſ. w., eine Kraft.

Da wir dieſe Kräfte nicht anders, als aus ihren Wirkungen, kennen, ſo kan auch ihre Größe nicht anders, als durch die Größe ihrer Wirkungen, beſtimmt werden. Wir nennen alſo eine Kraft doppelt ſo groß, als die andere, wenn ſie unter eben den Umſtänden eine doppelt ſo große Bewegung hervorbringt. Da nun die Größe der Bewegung durch das Produkt der Maſſe M in die Geſchwindigkeit C, oder durch MC ausgedrückt wird, ſ. **Bewegung**, ſo hat **Descartes** eben dieſes Produkt als das Maaß der Kräfte angegeben. Daß über dieſes Kräftemaaß ein Streit entſtanden iſt, von welchem ich im Fortgange dieſes Artikels noch einiges anführen werde, iſt nicht zu verwundern, da man ſelbſt von dem, was hier gemeſſen werden ſoll, keine deutlichen Begriffe hat. Man muß bey der Vergleichung der Kräfte ſehr ſorgfältig ſeyn, um nur ſolche gegen einander zu halten, welche ſich ähnlich ſind, und unter ähnlichen Umſtänden wirken; daher muß man den Begriff deſſen, was man vergleichen will, beſtimmter feſtſetzen, als es durch die bloße Benennung Kraft geſchieht.

Lehrreicher, als alles, was ſich im Allgemeinen über die Kraft ſagen läßt, ſind die beſondern Betrachtungen der Kräfte, welche ich hier in alphabetiſcher Ordnung beyfüge.

Abſolute Kraft, Vis abſoluta, *Force abſolue,* heißt eine ſolche, welche in einen Körper unaufhörlich und immer gleich ſtark wirkt, er mag ruhen, oder ſich bewegen. Eine ſolche Kraft iſt die Schwere, welche den Körper, er ſey in Ruhe oder Bewegung, keinen Augenblick verläßt, und ihn immer mit gleicher Stärke fortzutreiben ſucht. Die Wirkung einer ſolchen Kraft iſt, wenn der Körper durch ein Hinderniß aufgehalten wird, ein **ununterbrochner Druck**, wenn er aber frey iſt, eine **beſchleunigte Be-**

wegung, ſ. Beſchleunigung. Der abſoluten Kraft wird die relative entgegengeſetzt.

Anziehende Kraft, ſ. Anziehung, Attraction.

Ausdehnende Kraft, Vis expanſiva, *Force expanſive.* So heißt die Elaſticität oder Federkraft flüßiger Körper, welche in einen engern Raum zuſammengedrückt, ſich wieder auszubreiten, und das Hinderniß, das ſie einſchränkt, zu bewegen ſtreben, ſ. Elaſticität.

Beſchleunigende Kraft, Vis acceleratrix, *Force acceleratrice.* Dieſen Namen legt man in der Dynamik der Stärke derjenigen Kraft bey, welche in jeden einzelnen Theil einer Maſſe wirkt. „Wie ſtark ein Stein meine „Hand drückt, lehrt mich die Empfindung; dieſer Druck „iſt ohne Zweifel die Summe von allen einzelnen Drucken „der Theile des Steines, da jeder dieſer Theile mit einer „gewiſſen Stärke, die für alle einerley iſt, durch die Schwe„re geſtoßen wird" (Käſtner höhere Mechanik, I. Abſchn. Cap. III. §. 51.). Dieſe Stärke des Stoßes, den die Schwere auf jeden Theil ausübt, iſt hier die beſchleunigende, die Summe aller Stöße, oder der ganze Druck des Steins die bewegende Kraft. Auf der Oberfläche der Sonne würde jeder Theil des Steins etwa 29mal ſtärker gegen die Sonne gravitiren, als er hier gegen die Erde gravitirt, d. h. die beſchleunigende Kraft der Schwere iſt daſelbſt 29mal größer, als bey uns.

Nimmt man eine beſchleunigende Kraft von beſtimmter Größe, z. B. die Schwere der Erdkörper unter dem Aequator zur Einheit an, ſo laſſen ſich andere beſchleunigende Kräfte dagegen halten, in Zahlen ausdrücken, und ſo auch unter einander ſelbſt vergleichen. Rollt z. B. eine Kugel auf einem Brete hinab, das mit der Horizontalebne einen Winkel von 45° macht, ſo iſt, wenn man die Schwere $= 1$ ſetzt, die beſchleunigende Kraft, welche die rollende Bewegung hervorbringt, $= \frac{1}{2}\sqrt{2}$; wird das Bret ſo geneigt, daß der Winkel nur 30° beträgt, ſo wird ſie $= \frac{1}{2}$, und die beſchleunigenden Kräfte in beyden Fällen verhalten ſich, wie $\sqrt{2} : 1$.

Jede Kraft erzeugt, wenn ſie frey wirken kan, **Bewegung**, wenn ſie daran gehindert wird, Streben nach Bewegung, d. i. **Druck** gegen das Hinderniß, ſ. **Druck.** Im letztern Falle fällt es in die Augen, daß der Druck, oder die bewegende Kraft P, dem Producte der beſchleunigenden Kraft f in die Maſſe oder Anzahl der Theile M proportional ſeyn muß, weil er deſto größer iſt, je mehr Theile da ſind, und je ſtärker in jeden derſelben gewirkt wird. Daher kan man, alles in den gehörigen Einheiten ausgedrückt (wenn z. B. die Schwere = 1 geſetzt, die Maſſe aber durch das Gewicht in eben ſolchen Pfunden u. ſ. w. wie der Druck, angegeben wird,) $P = Mf$ ſetzen. Wird in obigem Beyſpiele eine Kugel von 3 Pfund auf dem Brete mit der Hand aufgehalten, ſo iſt ihr Druck gegen die Hand bey einem Neigungswinkel von $30° = \frac{1}{2}.\ 3 = 1\frac{1}{2}$ Pfund. Hieraus folgt

$$f = \frac{P}{M}$$

Im erſtern Falle hingegen, in welchem f keinen Druck, ſondern wirklich **Bewegung** hervorbringt, iſt ohne Rückſicht auf die Größe der Maſſe, die in einer beſtimmten Zeit erzeugte Geſchwindigkeit v ſowohl, als der in dieſer Zeit durchlaufene Raum s deſto größer, je größer die beſchleunigende Kraft f iſt. Ein Pfund Bley z. B. würde auf der Oberfläche der Sonne freygelaſſen in einer Secunde durch einen 29mal größern Raum, als auf der Erdfläche, d. i. durch 29×15 oder 435 Fuß fallen, und dadurch eine Geſchwindigkeit erhalten, mit der es in 1 Sec. 29×30 oder 870 Fuß zurücklegen könnte. Nemlich die in jeden Theil wirkende Kraft beſchleunigt jeden deſto ſtärker, je größer ſie iſt; alle Theile aber fallen zugleich ohne Rückſicht auf ihre Anzahl, daher richtet ſich die Beſchleunigung nicht nach der Maſſe, ſondern blos nach der Größe dieſer in die Theile wirkenden Kraft, welcher Umſtand auch den Namen der **beſchleunigenden Kraft** veranlaſſet hat.

Dieſen Satz, auf welchem die meiſten und wichtigſten Wahrheiten der höhern Mechanik beruhen, hatte **Newton**

(Princ. L. I. Def. 7. et Axiom. 2.) ohne Beweis als eine nothwendige Folge des Grundſatzes angenommen, daß ſich alle Wirkungen, wie ihre Urſachen verhalten. Er läßt ſich in der größten Allgemeinheit, für unveränderliche ſowohl, als veränderliche Kräfte, am beſten auf folgende Art ausdrücken. Die Beſchleunigung oder Zunahme der Geſchwindigkeit dv, welche die Kraft f in jedem unendlich kleinen Zeittheilchen dt hervorbringt, verhält ſich, wie die Kraft f. Nun bringt die Schwere = 1 in eben dem Zeittheilchen dt die Beſchleunigung 2gdt hervor, ſ. Bewegung, gleichförmig beſchleunigte. Alſo iſt $dv : 2gdt = f : 1$. Hieraus folgt

I.) $dv = 2gfdt$

Gegen dieſen als Axiom angenommenen Satz erinnerte **Daniel Bernoulli** (Examen principiorum Mechanicae, in Comm. Petrop. To. I. p. 127.), es ſey das Weſen und die Wirkungsart der Kräfte ſo wenig bekannt, daß ſich hier von der Größe der Urſache keine nothwendige Schlußfolge auf die Größe der Wirkung ziehen laſſe, und ſich vielleicht die Beſchleunigung dv eben ſowohl, wie das Quadrat oder eine andere Function von f verhalten könne. Dies veranlaßte **Eulern** (Mechanica, L. I. §. 146 — 152 ingl. Theoria motus corp. ſolid. Cap. III.), einen Beweis dieſes Satzes zu verſuchen. **D'Alembert** (Traité de dynamique, art. 19.) will lieber den zu erweiſenden Satz für die Definition der beſchleunigenden Kraft annehmen. „Pour nous, ſagt er, ſans vouloir diſcuter, ſi ce principe eſt d'une verité neceſſaire ou contingente, nous „nous contenterons de le prendre pour une definition etc „Nous entendrons donc par force acceleratrice ſimplement l'élément de la vîteſſe." Allein, da es hier eigentlich darauf ankömmt, zu erweiſen, daß die Beſchleunigung dv eben dem f proportional ſey, welches man beym Drucke $= \frac{P}{M}$ ſetzen kan, ſo ſteht es entweder nicht mehr frey, eine neue Definition von f zu geben, oder es kömmt die Nothwendigkeit eines Beweiſes immer wieder zurück, ſo-

bald man das ſo definirte $f = \frac{P}{M}$ ſetzen will. Daher haben es die Herren **Käſtner** (Anfangsgr. der höh. Mechanik, I. Abſchn. Cap. III, §. 51—73) und **Karſten** (Lehrbegrif der geſammten Math. III. Theil, Mechanik, Abſchn. III. §. 47—53) für nöthig gehalten, eigne und keine weitere Einwendungen übriglaſſende Beweiſe dieſes Satzes zu geben. Uebrigens giebt **Karſten** der beſchleunigenden Kraft f den Namen **Beſchleunigung der Kraft.**

Wenn man die der Geſchwindigkeit v zugehörige Höhe, weche $= \frac{v^2}{4g}$ iſt (ſ. **Fall der Körper**), u nennt, ſo wird $du = \frac{2vdv}{4g}$, oder wenn für dv das gleiche 2gfdt geſetzt wird, $du = fvdt$. Und, weil allezeit $vdt = ds$ (ſ. **Bewegung, gleichförmige**),

II.) $du = fds$.

Die Gleichungen I. und II. ſind der Grund von allem, was ſich in der höhern Mechanik von Wirkungen anderer Kräfte, als unſerer Schwere, und beſonders veränderlicher Kräfte, ſagen läßt, und ſie mit Daniel Bernoulli bloß für **zufällig** halten, iſt eben ſo viel, als den meiſten Lehren der höhern Mechanik ihre Nothwendigkeit abſprechen.

Bewegende Kraft, Vis motrix, *Force motrice.* So nennt man die ganze in eine gewiſſe Maſſe wirkende Kraft, welche ſich durch das Produkt der beſchleunigenden Kraft f in die Maſſe oder Anzahl der Theile, alſo durch Mf ausdrücken läßt, und dem **Drucke** P gleich iſt, den ſie ausübt, wenn keine Bewegung erfolgen kan. Bey ſchweren Körpern iſt das **Gewicht** die bewegende, die **Schwere** die beſchleunigende Kraft. Das Gewicht eines Centners iſt 100mal größer, als das Gewicht eines Pfundes; aber die Schwere, oder was auf jeden Theil wirkt, iſt bey beyden einerley. Und weil hiebey $f = 1$, ſo iſt $P = M$, oder man kan die Maſſe dem Gewicht gleich ſetzen, ſ. **Maſſe.**

In einer andern Bedeutung hat man das Wort: be=

wegende Kraft für dasjenige Beſtreben genommen, mit welchem ein ruhender Körper das Hinderniß, auf das er drückt, oder ein bewegter Körper den andern, dem er begegnet, in Bewegung zu ſetzen ſucht. Man hat dafür gehalten, dieſes Beſtreben ſey der Größe der Bewegung proportional, und werde daher eben ſo, wie dieſe, durch MC d. i. durch das Produkt der Maſſe M in die Geſchwindigkeit C ausgedrückt, mit welcher der Körper entweder wirklich fortgeht, oder doch fortgehen würde, wenn er ſich bewegen könnte. Man hat daher dieſes Produkt das **Maaß der bewegenden Kräfte** genannt.

In dieſer von **Descartes** und dem **P. Merſenne** eingeführten Redensart herrſcht einige Undeutlichkeit der Begriffe, indem unſtreitig dasjenige **bewegende Kraft** genannt wird, was eigentlich nur **Bewegung** iſt und heißen ſollte. Dennoch würde man ſie vielleicht, wie viele andere uneigentliche Ausdrücke, ruhig beybehalten haben, wenn nicht Herr **von Leibnitz** (*G. G. L.* Brevis demonſtratio erroris memorabilis Carteſii et aliorum etc. in Act. Erud. Lipſ. a. 1686. menſ. Mart. p. 161 ſqq.) auf eine andere Art, bewegende Kräfte zu meſſen, gefallen wäre. Er behauptete nemlich, die Kräfte der Maſſen M, m, die mit den Geſchwindigkeiten C, c fortgiengen, verhielten ſich, wie $MC^2 : mc^2$, und das Maaß der Kräfte ſey alſo vielmehr das Produkt der Maſſe in das Quadrat der Geſchwindigkeit. Sein Beweis iſt folgender. Eine Maſſe A von 1 Pfund falle durch eine Höhe von 4 Ellen, ſo erhält ſie dadurch eine Kraft, vermöge welcher ſie wieder eben ſo hoch ſteigen könnte. Eine andere Maſſe B von 4 Pfund falle durch eine Höhe von 1 Elle; ſie erhält dadurch eine Kraft, wieder 1 Elle hoch zu ſteigen. Dieſe beyden erhaltenen Kräfte ſind gleich, weil 1 Pfund durch 4 Ellen zu heben, eben ſo viel Kraft erfordert wird, als 4 Pfund durch 1 Elle zu heben. Nach der carteſianiſchen Art, die Kräfte zu meſſen, ſollten alſo hier die Producte der Maſſen in die Geſchwindigkeiten gleich ſeyn. Aber nach den Geſetzen des Falles ſchwerer Körper iſt die Geſchwindigkeit der Maſſe A, die durch 4 Ellen fiel, doppelt ſo groß, als die der Maſſe

B, welche durch 1 Elle fiel. Folglich geben die Geſchwindigkeiten (2 und 1) in die Maſſen (1 und 4) multiplicirt, Producte (2 und 4), welche **ungleich** ſind. Hingegen die Höhen des Falls oder die Räume, bis auf welche A und B wieder ſteigen könnten (4 und 1), geben in die Maſſen (1 und 4) multiplicirt, **gleiche** Producte (4 und 4). Da nun hier die Kräfte gleich ſeyn müſſen, ſo erhellet, daß man, um ſie zu meſſen, die Maſſen nicht in die Geſchwindigkeiten, ſondern in die Höhen des Falls, oder in die Quadratzahlen der Geſchwindigkeiten, multipliciren müſſe.

Wenn man auch überhaupt den hier angenommenen Begriff von Kraft zuläßt, und die Abſicht, ſolche im bewegten Körper ſelbſt liegende Kräfte zu meſſen, billiget, ſo wird doch dieſer Beweis des Herrn **von Leibnitz** ſchon darum zweifelhaft, weil dabey keine Rückſicht auf die Zeit genommen iſt. Die Maſſe 4 durch den Raum 1, und die Maſſe 1 durch den Raum 4 in **gleicher Zeit** heben, erfordert allerdings einerley Kraft: aber in dem angeführten Beyſpiele würden die beyden Maſſen nicht in gleicher, ſondern A in doppelter, B in einfacher Zeit auf die gedachten Höhen ſteigen; man iſt alſo gar nicht ſo ſchlechthin berechtiget, die Kräfte beyder Maſſen für gleich anzunehmen. Vielmehr läßt ſich der ganze Beweis, wenn man die Zeit mit in Betrachtung ziehet, ſehr leicht ſo wenden, daß er das carteſianiſche Maaß der Kräfte beſtätiget.

Herr **von Leibnitz** erläuterte ſeine Meynung durch eine andere Schrift (Specimen dynamicum pro admirandis naturae legibus circa corporum vires etc. in Act. Erud. Lipſ. a. 1695. menſ. Apr. p. 145 ſq.), in welcher er die Kräfte in **todte** und **lebendige** eintheilt. Todte Kraft nennt er diejenige, welche keine Bewegung, ſondern nur Beſtreben nach Bewegung hervorbringe (in qua nondum exiſtit motus, ſed tantum ſollicitatio ad motum); lebendige Kraft die mit wirklicher Bewegung verbundene. Die Alten, ſagt er, hätten bloß die todte Kraft betrachtet; ihre ſogenannte Mechanik ſey daher nur Statik geweſen. Nun ſey das Product MC in der That das Maaß der **todten** Kräfte aus der beſondern Urſache, weil ſich beym erſten Anfange

der Bewegung und bey der bloßen Sollicitation, die erſten Elemente der Räume, wie die anfänglichen Geſchwindigkeiten ſelbſt, oder wie die Beſtrebungen nach Geſchwindigkeit, verhalten würden. Aber beym Fortgange der Bewegung, wobey lebendige Kraft entſtehe, verhielten ſich die endlichen Räume nicht mehr, wie die Geſchwindigkeiten, ſondern wie deren Quadrate; mithin müſſe das Maaß der lebendigen Kräfte MC^2 ſeyn.

Das Anſehen des Herrn **von Leibnitz** hat dieſen Behauptungen viele Anhänger und Vertheidiger verſchaft, unter welche vorzüglich **Daniel Bernoulli** (Examen principiorum Mechanicae, in Comm. Petrop. To I. p. 130 ſqq.), **Johann Bernoulli** (Diſcours ſur le mouvement, in Opp. To. III. num. 135. ingl. De vera notione virium vivarum, in Act. Erud. Lipſ. 1735. Maj. p. 210 und Opp. To. III. num. 145.), **Hermann** (Phoronomia, Amſt. 1716. 4.), **Bilſinger** (De viribus corpori moto inſitis, earumque menſura, in Comm. Petrop. To. I. p. 43 ſqq.), **Wolf** (Principia dynamica, in Comm. Petrop. To. I. p. 217 ſqq.), **s' Graveſande** (Phyſices Elem. math. L. I. c. 22. §. 460.), und **Muſſchenbroek** (Introd. ad philoſ. natur. To. I. §. 272 ſq.), gehören. Dagegen iſt die carteſianiſche Ausmeſſung durch MC von **Mairan** (Diſſ. ſur l'eſtimation et la méſure des forces motrices des corps, Paris, 1741.), **Jurin** (Principia dynamica, Philoſ. Transact. no. 476 u. 479.), **Deſaguliers** (Courſe of experimental philoſophy, Lond. 1745. 4. Vol. I.), **Maclaurin** (Account of Sir Iſaac Newton's philoſ. diſcoveries, Book II. Chapt. 2.), **Heinſius** (Diſſ. de viribus motricibus, praeſide *Hauſen*, Lipſ. 1733. 4.) und Andern vertheidiget worden. Die Geſchichte des Streits erzählen **Arnold** (Diſſ. duae de viribus vivis earumque menſura. Erlang. 1754. 4.) und noch kürzer Herr **Käſtner** (Anfangsgr. der höh. Mech. III. Abſch. §. 202 u. f.).

Die Vertheidiger der leibnitziſchen Ausmeſſung haben ſich unter andern auch darauf berufen, daß Kugeln von gleicher Maſſe, wenn ſie aus gewiſſen Höhen herab auf weichen Thon fallen, Gruben eindrücken, deren Tiefe ſich,

wie das Quadrat der letzten Geſchwindigkeit, verhält. Sie haben hiebey die Tiefe der Löcher als die Größe der Wirkung angeſehen, die man den Kräften der Kugeln zuſchreiben müſſe, und daraus geſchloſſen, daß ſich dieſe Kräfte ſelbſt bey gleichen Maſſen, wie die Quadrate der Geſchwindigkeiten, verhalten. Die Gegner antworten hierauf, man müſſe nicht auf die Tiefen der Gruben allein, ſondern zugleich auf die Zeiten ſehen, binnen welchen dieſe Gruben eingedrückt würden: Leibnitzens Anhänger hingegen ſchließen die Betrachtung der Zeiten gänzlich aus.

Dies wird genug ſeyn, um die Lage des Streits zu überſehen. Beyde Theile ſuchen die Größe einer angenommenen Urſache, die ſie **Kraft** nennen, aus der Größe der Wirkung zu beſtimmen. Aber der eine Theil beſtimmt ſie aus derjenigen Wirkung, welche binnen einer gewiſſen Zeit erfolgt, der andere aus der Totalſumme der ganzen erfolgenden Wirkung ohne Rückſicht auf die darauf verwendete Zeit. Wenn, um die Kräfte zweener Menſchen zu vergleichen, der eine darauf ſieht, welcher von beyden in einer Stunde am meiſten arbeitet, der andere aber beyde mit friſchen Kräften anfangen läßt und unterſucht, welcher bis zur gänzlichen Ermüdung das Meiſte vollbringe, ſo wird wohl jeder Unbefangene urtheilen, daß man durch die erſte Art der Probe wirklich etwas ganz anders erfahre, als durch die zweyte. Eben ſo wird durch die carteſianiſche Berechnung etwas ganz anders, als durch die leibnitziſche, ausgemeſſen. Wenn aber doch beyde Theile das Ausgemeſſene **Kraft** nannten, ſo nahmen ſie dieſes Wort in verſchiedener Bedeutung; und dieſer Streit, an dem ſo viele ſcharfſinnige und gelehrte Naturforſcher Theil genommen haben, war im Grunde nichts mehr, als ein bloßer Wortſtreit.

Nach **Karſten** (Lehrbegrif der geſammt. Math. Th. IV. Mechanik, Abſchn. XVII. §. 269.) iſt hiebey ſogar über ein bloßes Hirngeſpinſt geſtritten worden. Man könne, ſagt dieſer, dem bewegten Körper gar keine Kraft beylegen, mit der er fortgehe, ſich hebe, andere ſtoße u. dgl. Alles, was er von dieſer Art thue, geſchehe vermöge ſeiner

Trägheit, und weiter ſey in ihm nichts, was den Namen einer Kraft verdiene. Zwar rede man im gemeinen Leben ſo, die bewegte Maſſe M ſetze die ruhende N in Bewegung. Eigentlich aber liege die Urſache, warum N bewegt werde, in M und N zugleich, weil beyde undurchdringlich ſeyn. Wollte man alſo der bewegten Maſſe eine eigne Kraft beylegen, ſo müßte man auch der ruhenden eine ſolche zuſchreiben. Ein drückender oder bewegter Körper drücke und bewege ſich nicht ſelbſt, ſondern das, was drücke oder ihn bewege, müſſe wenigſtens in Gedanken von ihm unterſchieden werden. Höre dies einmal auf, ihn zu beſchleunigen, ſo behalte er zwar die letzte Geſchwindigkeit — aber was ſolle nun wohl noch in ihm zurückbleiben, das den Namen einer Kraft verdiene? Man habe alſo bey dieſem Maaße der Kräfte vergeſſen zu fragen, ob nicht das, was man meſſen wollte, vielleicht überall eine Chimäre ſey.

So ſcharfſinnig dieſe Bemerkungen ſind, ſo ſcheinen ſie doch demjenigen, der das Kraft nennen will, was die ruhende Maſſe N, wenn ſie von der bewegten M geſtoßen wird, in Bewegung ſetzt, die Freyheit dazu nicht zu benehmen, weil doch überhaupt alles, was in einem ruhenden Körper Bewegung hervorbringt, Kraft heißen kan. Es iſt aber auch unläugbar, daß die Bemühungen, dieſe Art Kräfte auszumeſſen, ſehr entbehrlich ſind, da man aus den Begriffen von den eigentlich ſogenannten bewegenden Kräften und von der Trägheit, allein die ganze Mechanik herleiten kan.

Bewegende Kräfte der Maſchinen, Potentiae moventes, *Puiſſances*, *Forces mouvantes*. Diejenigen Kräfte, deren man ſich in der Ausübung bedient, um die Maſchinen in Bewegung zu ſetzen. Die bisher bekannten bewegenden Kräfte ſind folgende.

1. Die Kraft der **Menſchen**. Sie iſt unter allen die brauchbarſte, und erfordert die wenigſte Veranſtaltung, weil Menſchen nach jeder ihnen gegebnen Vorſchrift, auf ſo mannichfaltige Art und nach allen verlangten Richtungen durch Heben, Tragen, Ziehen, Drücken, Stoßen, Treten, Drehen u. ſ. w. wirken, auch Stärke und Richtung

ihrer Kraft in jedem Augenblicke nach Bedürfniß abändern können. Zugleich aber iſt auch die menſchliche Kraft, der Belohnung und Unterhaltung wegen, die koſtbarſte, und darf nie anders, als mit Schonung und Sparſamkeit angewendet werden. Die Alten trieben faſt alle ihre Maſchinen durch Sclaven, deren Unterhalt wenig koſtete, und deren Leben und Geſundheit ihnen oft nicht ſonderlich theuer war. Dieſe Anſtrengung und Verſchwendung der menſchlichen Kräfte, in der wir es ihnen weder gleich thun können noch wollen, ſetzte ſie in Stand, bey ſehr eingeſchränkten Kenntniſſen der mechaniſchen Theorie, dennoch erſtaunenswürdige Unternehmungen auszuführen. Bey unſern mechaniſchen Entwürfen hingegen muß immer die möglichſte Schonung der menſchlichen Kraft eine Hauptabſicht ſeyn. An der Aufrichtung des großen Obeliſken im Circus Vaticanus zu Rom arbeiteten unter der Regierung des Caligula 20000 Menſchen (Plin. H. N. XXXVI, 9.); **Dominicus Fontana** bewirkte im Jahre 1586. die Errichtung eben dieſes Obeliſken auf dem St. Petersplatze durch 960 Menſchen und 80 Pferde.

Die Größe der menſchlichen Kraft iſt freylich in verſchiedenen Körpern höchſt verſchieden; doch läßt ſich hiebey für Menſchen, die zur körperlichen Arbeit geſchickt ſind, im Durchſchnitt ein Mittel angeben. Die Muſkeln des Fußes und der Schenkel tragen, wenn man auf die Zehen tritt, das ganze Gewicht des Körpers, und oft noch Laſten von 150—160 Pfund. In gewöhnlicher aufrechter Stellung, oder auch mit etwas eingebognen Leibe und Knieen trägt oft ein Menſch mehrere Centner. Durch Drücken in verticaler Richtung kan er höchſtens ſo viel bewirken, als das Gewicht ſeines Körpers beträgt. Durch Zug oder Druck in horizontaler Richtung vermag er nicht mehr, als ein Gewicht von 24—25 Pfund, und wirkt mit einer Geſchwindigkeit, welche 6000 Schuh in einer Stunde beträgt. Man darf dagegen nicht einwenden, daß ein Mann auf einem horizontalen Boden Laſten zu ziehen oder fortzuſchieben vermag, die über einen Centner wiegen. Denn er hat bey dieſem Zuge oder Drucke nicht das ganze Gewicht der

Laſt, ſondern nur die Reibung am Boden zu überwinden, welche bey einer ſchicklichen Veranſtaltung nur einem kleinen Theile der Laſt gleich iſt, ſ. **Reiben.** Im Schlitten auf dem Eiſe, wo ſich das Reiben ſehr vermindert, wird er noch größere Laſten bewegen können. **Deſaguliers** ſetzt, vielleicht mit einigem Nationalvorurtheile, die Kraft eines Engländers im Verhältniſſe 7 : 5 größer, als die eines Franzoſen oder Holländers.

2. Die Kräfte der **Thiere.** Gewöhnlich werden dazu die Pferde gebraucht, welche im horizontalen Zuge, im Durchſchnitte genommen, 175 Pfund, d. i. ſiebenmal mehr, als ein Menſch bewegen, und beynahe doppelt ſo geſchwind damit fortgehen können. Zwar zieht ein Pferd auf ebnem Wege und gutem Fuhrwerke wohl 1000 Pfund; allein es hat hiebey nicht das Gewicht der 1000 Pfund zu heben, ſondern nur das Reiben an den Theilen des Fuhrwerks zu überwinden, welches bey 1000 Pfund Laſt ohngefähr 175 Pfund beträgt. Weit weniger zieht es auf berganſteigenden Wegen, wobey es einen Theil der Laſt ſelbſt zu tragen bekömmt. **Deſaguliers** ſetzt die Kraft des Pferdes im Zuge 200 Pfund.

3. Die Kraft des **Waſſers,** eine der vortreflichſten und nützlichſten, welche die neuere Mechanik bey den meiſten Maſchinen an die Stelle der ſonſt gewöhnlichen menſchlichen Kraft geſetzt hat. Man bringt ſie ſo an, daß der Fall oder das Gewicht des Waſſers Räder in Umtrieb ſetzt. Die Größe der Kraft oder vielmehr der Wirkung kömmt hiebey auf Menge, Geſchwindigkeit und Richtung des Waſſers gegen die Theile des Rades an. Ein großer Vorzug dieſer Kraft, nächſt ihrer anſehnlichen Stärke, iſt der, daß man ihre Wirkung ſehr gleichförmig erhalten kan, indem ſich das überflüßige Waſſer ableiten, der Mangel aber durch Schützen erſetzen läßt, auch bey den ſogenannten Panſtermühlen das Rad nach der jedesmaligen Höhe des Waſſers gehangen werden kan.

4. Die Kraft des **Windes,** oder der in der Atmoſphäre bewegten Luft. Man ſetzt dem Winde etwas entgegen, das ihn mit einer großen Fläche auffängt, und ſo

durch ihn in Bewegung geſetzt wird, wie die Segel der Schiffe und die Flügel der Windmühlen. Dieſe Kraft iſt zwar unter allen die wohlſeilſte; allein ihre Stärke und Richtung ſind ſehr veränderlich. Wegen der Richtung müſſen ſich die Flächen, die den Wind auffangen, nach allen Gegenden kehren laſſen. Den Unbequemlichkeiten aber, die aus der veränderlichen Stärke entſtehen, kan man nicht ſo leicht vorbeugen. Ein allzuſtarker Wind iſt den Maſchinen gefährlich; ein allzuſchwacher hingegen läßt ſie oft unbrauchbar.

5. Die Kraft des **Feuers**, oder weit richtiger: der Druck der Atmoſphäre auf einen durch Erkaltung und Verdichtung elaſtiſcher Dämpfe plötzlich hervorgebrachten leeren Raum. Man iſt erſt in neuern Zeiten auf den Gebrauch dieſer ſehr vortheilhaften bewegenden Kraft gekommen, ſ. **Dampfmaſchine**.

6. Die Kraft der **Gewichte**, oder die Schwere der Körper. Sie gewährt den Vortheil, daß ſich ihre Wirkung ſehr genau beſtimmen läßt, und immer unverändert bleibt, wie denn auch die Gewichte zum Maaße aller andern drückenden oder ziehenden Kräfte dienen. Demohnerachtet ſind ſie in der praktiſchen Mechanik nicht ſehr brauchbar, weil ſie ſich immer niederwärts bewegen, und daher entweder einen großen Raum zum Sinken, oder ein öfteres Aufziehen erfordern. Sie werden alſo nur da gebraucht, wo die bewegende Kraft ſehr langſam oder nicht weit ſinken darf, wie z. B. bey Uhren, oder zu Gegengewichten.

7. Die Kraft der **Federn** oder die Elaſticität feſter Körper, ſ. **Elaſticität**. Solche elaſtiſche Körper ſind z. B. Stahlfedern, Metalldrath, lange Stangen von Tannenholz u. dgl. Oft werden ſie nur gebraucht, gewiſſe Theile der Maſchinen an einander zu drücken, oder, wenn die Hemmung weggenommen wird, eine plötzliche Bewegung durch einen kleinen Raum, wie bey den Flintenſchlöſſern, hervorzubringen. Will man ſie zu länger daurenden Bewegungen brauchen, ſo müſſen ſie in eine von ihrer natürlichen ſehr weit abweichende Figur gebracht, z. B. zuſammengewunden werden, da ſie denn, indem ſie ſich

ihrer natürlichen Geſtalt nach und nach wieder nähern, gewiſſe Theile der Maſchinen ziehen und bewegen können. Dieſe Einrichtung haben die Federn der Taſchenuhren. Sie werden in Gehäuſe eingeſchloſſen, nehmen daher ſehr wenig Raum ein, und ſind bey kleinen Maſchinen, wie bey Uhren, Avtomaten u. dgl. ſehr gewöhnlich. Im Anfange, wenn ſie noch ſtark geſpannt ſind, ziehen ſie ſtärker, als in der Folge, worauf bey der Einrichtung der Maſchinen Rückſicht genommen werden muß. Auch erfordern ſie von Zeit zu Zeit ein neues Aufwinden.

Ohne Zweifel liegen noch andere bisher unbekannte oder ungebräuchte Kräfte in der Natur, welche vielleicht die Nachwelt zur praktiſchen Mechanik wird anwenden lernen. So laſſen ſich ſchon jetzt allerley Spielwerke durch Elektricität und Magnetismus in Bewegung ſetzen. Wie wenig möchten wohl unſere Vorfahren erwartet haben, daß man beträchtliche Waſſerkünſte vermittelſt der Dämpfe des kochenden Waſſers umtreiben werde? Eben ſo wenig können wir vorausſehen, welche Vortheile noch die Zukunft in dem unermeßlichen Felde der Natur entdecken werde.

Man verſteht endlich unter **bewegenden Kräften, Potenzen** (Potentiae, *Puiſſances, Forces mouvantes*), bisweilen auch die Maſchinen ſelbſt. Beſonders iſt dies in der franzöſiſchen Sprache gewöhnlich. So hat **Camus** ſein Buch von der praktiſchen Mechanik *Traité des forces mouvantes* überſchrieben, ſ. **Potenzen.**

Centralkräfte, Centrifugalkraft, Centripetalkraft, ſ. dieſe Worte an ihren gehörigen Stellen.

Federkraft, ſ. **Elaſticität.**

Gleichförmig beſchleunigende Kraft, ſ. **Unveränderliche Kraft** in der Folge dieſes Artikels.

Kraft der Trägheit, ſ. **Trägheit.**

Kraft des Wurfs, ſ. **Wurf.**

Lebendige Kraft, Vis viva, *Force vive.* Herr **von Leibnitz** (Specimen dynam. pro admirandis naturae legibus etc. in Act. Erud. Lipſ. a. 1695. April. p. 145.) hat die Kräfte zuerſt in **todte** und **lebendige** eingetheilt, um dadurch die Anwendung des von ihm angegebnen Maaßes

der Kräfte genauer zu beſtimmen, ſ. **bewegende Kraft.** Er nennt die lebendige Kraft eine ſolche, die mit wirklicher Bewegung verbunden iſt (vim cum motu actuali coniunctam), da hingegen die todte Kraft (ſollicitatio ad motum) nur ſtrebe, Bewegung hervorzubringen, ob ſie gleich in der That keine erzeuge. Es ſcheint hiernach, als habe er nur diejenigen Kräfte, welche wirkliche Bewegung hervorbringen, lebendige nennen wollen. In dieſem Sinne wird auch das Wort von den meiſten Vertheidigern des leibnitziſchen Maaßes der Kräfte, unter andern von **Wolf** genommen, der überall dasjenige, was nur gerade zum Gleichgewichte hinreicht, die todte Kraft nennt, von der lebendigen aber ſagt: Vis motrix dicitur *viva* ſi motum actu producit (*Wolff* Elem. Mechan. Cap. I. Defin. 7.). **Johann Bernoulli** aber geht in ſeiner Abhandlung: De vera notione virium vivarum (Act. Erud. 1735. Maj. p. 210 und Opp. To. III. num. 145.), von dieſem Begriffe einigermaßen ab. Er ſagt daſelbſt, die lebendige Kraft beſtehe nicht in actuali exercitio, ſondern nur in facultate agendi: ſie bleibe noch immer lebendige Kraft, wenn ſie auch nicht wirke, oder nichts habe, worein ſie wirken könne. Sie ſey alſo etwas für ſich beſtehendes (aliquid reale et ſubſtantiale, quod per ſe ſubſiſtit, et quantum in ſe eſt, non dependet ab alio) und würde ſchicklicher **Fähigkeit zu wirken** (facultas agendi, Gallice *le pouvoir*) genannt werden können.

Um die Verſchiedenheit beyder Begriffe beſſer zu überſehen, ſtelle man ſich eine durch irgend eine Kraft bewegte Kugel vor. Von der Kraft, welche die Kugel in Bewegung geſetzt hat, iſt hier die Rede gar nicht, obgleich auch dieſe nach Leibnitzens Erklärung und in der Sprache der Wolfiſchen Schriften eine lebendige Kraft heißen würde, weil ſie Bewegung erzeugt hat. Vielmehr wird hier der bewegten Kugel ſelbſt eine Kraft zugeſchrieben. Nach Herrn **von Leibnitz** ſoll dieſe nur alsdann ſtatt finden, wenn dieſe Kugel andere Körper, die ſie antrifft, wirklich in Bewegung ſetzt. Nach **Bernoulli** aber ſoll ſie auch alsdann in der Kugel liegen, wenn dieſe auf ihrem Wege

nichts antrifft, das ſie in Bewegung ſetzen könnte; ſie ſoll eine bloße Fähigkeit ſeyn, Bewegung zu erzeugen, wofern ſich dazu Gelegenheit finden ſollte.

Dieſe Kraft hält nun **Bernoulli** für etwas ganz Eignes und Subſtantielles. Er ſchließt hieraus, daß man ihre Größe bloß durch die Totalſumme aller von ihr erzeugten Wirkungen zu meſſen habe, ohne auf die Zeit zu ſehen, in welcher die Wirkungen erfolgen; eben ſo, wie man, um die Capacität eines Gefäßes zu meſſen, bloß auf die Menge des darinn enthaltenen Waſſers zu ſehen hat, ohne die Zeit, in welcher das Waſſer eingefüllt oder abgelaſſen werden kan, in Betrachtung zu ziehen, woraus freylich die leibnitziſche Abmeſſung der Kräfte folgt. So vertheidigt Bernoulli dieſes Maaß der Kräfte mit Vorausſetzung eines Begrifs von Kraft, an den vielleicht der Erfinder ſelbſt nicht gedacht hatte, und der, wenn er auch nicht ganz unzuläßig iſt, doch immer ein ſehr dunkler und am Ende entbehrlicher Begrif bleibt, ſ. **bewegende Kraft**.

Es laſſen ſich über dieſe Kraft der bewegten Körper, zumal nach **Bernoulli's** Vorſtellung, faſt eben die Bemerkungen machen, die ich bey dem Worte: **Centralkräfte** (Th. I. S. 487. beſonders 494) über die **Schwungkraft** vorgetragen habe. Der bewegte Körper ſetzt ſeinen Weg vermöge der Trägheit fort, und ſelbſt beym Stoße, wo er ſeine Bewegung einem andern mittheilt, läßt ſich aus dieſer Trägheit und der Undurchdringlichkeit der Materie alles erklären, ſ. **Stoß**. Will man inzwiſchen das Vermögen des Körpers, ſich fortzubewegen, und andere zu ſtoßen, Kraft nennen, ſo muß man ſich nur erinnern, daß dieſe Kraft zu einer andern Claſſe von Urſachen gehört, als die Schwere, die Kraft der Menſchen und Thiere, u. ſ. f.

Johann Bernoulli leitete aus ſeinem Begriffe von lebendiger Kraft den ſo berühmt gewordenen und wenigſtens in der Geſchichte der Mechanik merkwürdigen Satz her: **In der Körperwelt wird immer einerley Summe lebendiger Kräfte erhalten.** Man nennt dieſen Satz den **Grundſatz der Erhaltung lebendiger Kräf-**

te (principium conſervationis virium vivarum). Bernoulli hält ihn für ſo einleuchtend, daß er ſagt, wer ihn beweiſen wollte, würde ihn nur verdunkeln. Man könne doch nicht läugnen, daß eine wirkende Urſache nie ganz oder zum Theil verlohren gehen könne, ohne vorher eine dem Verluſt gemäße Wirkung hervorgebracht zu haben. Die lebendige Kraft eines bewegten Körpers ſey etwas Abſolutes und ſo Poſitives, daß ſie in dem Körper bleiben würde, wenn es auch dem Schöpfer gefiele, die ganze übrige Körperwelt zu vernichten. Wenn alſo die lebendige Kraft eines Körpers bey ſeinem Stoße an einen andern vermindert werde, ſo müſſe dagegen die lebendige Kraft des andern um eben ſoviel zunehmen, woraus denn die beſtändige Gleichheit der Totalſumme lebendiger Kräfte nothwendig folge.

Dieſem Grundſatze gemäß, und nach der Leibnitziſchen Ausmeſſung der Kräfte durch MC^2, muß alſo beym Stoße zweener Maſſen M und m, wenn ſie mit den Geſchwindigkeiten C und c an einander treffen, und nach dem Stoße die Geſchwindigkeiten V und v erhalten,

$$MC^2 + mc^2 = MV^2 + mv^2$$

ſeyn. Dies iſt auch in der That der Fall bey dem Stoße **elaſtiſcher** Körper, ſ. **Stoß**. Beym Stoße **harter** Körper hingegen, wo beyder Geſchwindigkeit nach dem Stoße gleich, oder $v = V$, und

$$MC + mc = MV + mV$$

iſt, findet dieſes Geſetz nicht ſtatt. Johann Bernoulli nahm aus andern Gründen keine vollkommen harten Körper an, ſ. **Stetigkeit**. Ihm ſchienen alſo die Geſetze des Stoßes elaſtiſcher Körper hinreichend zu Beſtätigung ſeines Grundſatzes, und von dem Stoße der weichen unelaſtiſchen Maſſen ſagt er, es werde dabey ein Theil der lebendigen Kraft auf ihre Zuſammendrückung verwendet, der aber doch nicht verlohren gehe, ſondern im Körper zurückbleibe; ſo wie in einer geſpannten Feder, die aber durch ein Hinderniß zurückgehalten werde, die lebendige Kraft immer bleibe, ob ſie gleich nicht thätig werden könne.

So wenig man nun den Grundſatz der Erhaltung lebendiger Kräfte in derjenigen Allgemeinheit, die ihm ſein

Erfinder beylegt, für erwieſen oder unbezweifelt halten kan; ſo iſt doch nicht zu läugnen, daß man ihn in einem etwas eingeſchränktern Sinne in ſehr vielen Fällen richtig findet. Drückt man ihn nemlich ſo aus:

Wenn ein Syſtem mehrerer Maſſen in Bewegung iſt, und dieſe Maſſen während der Bewegung in einander wirken, ſo iſt die Summe der Produkte aller einzelnen Maſſen in die Quadrate ihrer erlangten Geſchwindigkeiten, in jedem Augenblicke eben ſo groß, als ſie ſeyn würde, wenn dieſe Maſſen nicht in einander gewirkt hätten,

ſo läßt ſich die Wahrheit deſſelben faſt in allen Fällen aus andern mechaniſchen Gründen erweiſen. So iſt es z. B. wahr, daß die Summe der Produkte aus den Maſſen in die Quadrate der Geſchwindigkeiten eben dieſelbe bleibt, es mögen die Maſſen A, B, C u. ſ. w. als mehrere einfache Pendel neben einander ſchwingen, oder ſie mögen als Theile eines einzigen aus ihnen zuſammengeſetzten Pendels während der Schwungbewegung in einander wirken. Dies hat Bernoulli ſelbſt aus andern mechaniſchen Gründen ſehr überzeugend dargethan. Auch **d'Alembert** erweiſet das Geſetz der Erhaltung der Kräfte, in der angezeigten Einſchränkung genommen, aus andern Sätzen der Mechanik.

Man hat dieſes Geſetz mit großem Nutzen auf viele ſchwere mechaniſche Aufgaben angewendet, die ſich dadurch oft leichter, als durch andere Methoden, haben auflöſen laſſen. So hat z. B. **Daniel Bernoulli** in ſeiner Hydrodynamik die ganze Lehre von der Bewegung flüßiger Körper auf dieſes Geſetz gegründet, und ſo viele ſeinen Vorgängern zu ſchwer gebliebene Aufgaben zuerſt aufgelöſet. Bey dem jetzigen Zuſtande der Mechanik aber iſt es ziemlich entbehrlich, da man alles, was durch daſſelbe erfunden worden iſt, nun viel ſicherer aus andern Gründen herleiten kan, welche **Johann Bernoulli** großentheils ſelbſt entdeckt hat.

Mittlere Kraft, ſ. zuſammengeſezte Kraft.

Normalkraft, ſ. dieſes Wort an ſeiner gehörigen Stelle.

Relative Kraft, Vis relativa, *Force relative*. Sie wird der abſoluten entgegengeſetzt, und iſt eine ſolche, welche anders in den ruhenden, anders in den verſchiedentlich bewegten Körper wirkt. Ein Beyſpiel davon giebt die Wirkung der Hand, die eine Kugel fortſchiebt, und dabey immer einerley Geſchwindigkeit behält. Anfänglich bringt die Hand viel Veränderung im Zuſtande der Kugel hervor; ſie erzeugt Geſchwindigkeit, wo vorher keine war. Zuletzt aber nimmt die Kugel die Geſchwindigkeit der Hand ſelbſt an, und empfindet daher nichts mehr von der Nachfolge derſelben.

Retardirende Kraft, Vis retardatrix, *Force retardante*. So heißt eine beſchleunigende Kraft, wenn ſie nach einer der wirklichen Bewegung des Körpers entgegengeſetzten Richtung wirkt, und daher die Geſchwindigkeit dieſer Bewegung vermindert. So wirkt z. B. die Schwere der Bewegung eines aufwärts geworfenen Körpers entgegen, macht alſo, daß die Geſchwindigkeit, mit welcher er aufſteigt, immer geringer wird und endlich ganz aufhöret. In dieſem Falle iſt die Schwere eine retardirende Kraft, ſ. **Bewegung, gleichförmig-verminderte**.

Schnellkraft, Spannkraft, ſ. **Elaſticität**.

Schwerkraft, ſ. **Gravitation**.

Tangentialkraft, ſ. dieſes Wort an der ihm zukommenden Stelle.

Todte Kraft, Vis mortua, *Force morte*. So nennt Herr **von Leibnitz** eine Kraft, welche gegen ein unüberwindliches Hinderniß wirkt, und alſo nur Bewegung hervorzubringen ſtrebt, ohne dieſelbe wirklich erzeugen zu können. So ſpannt z. B. eine Kugel den Faden, an dem ſie hängt, oder drückt den Tiſch, auf dem ſie liegt, mit einer todten Kraft. Man nennt ſowohl den Druck ſelbſt todte Kraft, als auch das aus dem Drucke entſtehende Beſtreben nach Bewegung (ſollicitationem ad motum). **Johann Bernoulli** (De vera notione virium vivarum, §. 4.) nimmt todte Kraft und Druck für völlig einerley;

an einem andern Orte (Diſcours ſur le mouvement, Chap. III. Def. 2.) giebt er folgende Erklärung: La force morte eſt celle, que reçoit un corps, lorsqu'il eſt ſollicité et preſſé de ſe mouvoir.

Leibnitz ſagt, die lebendige Kraft entſtehe aus unzählig oft wiederholten Eindrücken der todten Kraft (ex infinitis vis mortuae impreſſionibus). Wenn nemlich das, was drückt, z. B. die Schwere, in jedem Augenblicke durch das Hinderniß aufgehoben wird, ſo erfolgt nur Druck; wenn aber nach weggenommenem Hinderniſſe die Maſſe wirklich bewegt wird, ſo giebt ihr die wirkende Urſache in jedem Zeittheilchen einen Druck, oder ein unendlich kleines Vermögen, andere Körper zu bewegen, woraus denn in endlicher Zeit eine endliche Kraft entſteht. In dieſem Sinne läßt ſich behaupten, die lebendige Kraft ſey in Vergleichung mit der todten, oder die Kraft des Stoßes ſey in Vergleichung mit dem Drucke unendlich groß. Es folgt hieraus, daß ſich Stoß und Druck gar nicht mit einander vergleichen laſſen, ſondern ſich wie ein Integral und ſein Element verhalten; daher man auch die Kraft des Stoßes nicht durch Gewichte ausdrücken kan, ſ. Stoß.

Daß man die todte Kraft durch MC, oder durch das Produkt der Maſſe in die Geſchwindigkeit, welche im erſten Anfange der Bewegung vorhanden ſeyn würde, ausmeſſen müſſe, darüber ſind beyde Parteyen, welche über das Maaß der lebendigen Kräfte geſtritten haben, einig geweſen. Auch läßt ſich die Ausmeſſung anwenden, man mag unter todter Kraft diejenige bewegende Kraft, welche eine Maſſe drücken macht, oder den Druck ſelbſt, oder das daraus entſtehende Beſtreben nach Bewegung verſtehen.

Veränderliche Kraft, Vis variabilis, *Force variable*. So heißt eine beſchleunigende Kraft, wenn ſie nicht in allen Stellen des Weges, durch den eine Maſſe bewegt wird, gleich ſtark bleibt. So ſind die Schwere der Erde gegen die Sonne, oder die des Monds gegen die Erde, veränderliche Kräfte, weil ſie nicht in allen Stellen der Erd- oder Mondbahn einerley bleiben. In den Fällen, wo eine ſolche Kraft nach einem gewiſſen Punkte gerichtet iſt, ſ.

Centripetalkraft, richtet ſich ihre Größe gemeiniglich nach der Entfernung des bewegten Körpers von dieſem Punkte. So verhält ſich die Schwere der Erde gegen die Sonne umgekehrt, wie das Quadrat der Entfernung beyder Weltkörper, und würde viermal ſo groß ſeyn, wenn dieſe Entfernung nur halb ſo groß wäre. Wenn in einer gewiſſen Entfernung a die Kraft ſo groß iſt, daß ſie den Körper mit beſchleunigter Bewegung in der erſten Secunde durch den Raum e treiben würde, ſo iſt ſie in der Entfernung y ſo groß, daß ſie ihn in eben der Zeit durch den Raum $\frac{a^2 e}{y^2}$ treibt. Will man nun die Kraft f ſelbſt ſo ausdrücken, daß dabey die Schwere der Erdkörper, welche in der erſten Secunde durch g treibt, $= 1$ geſetzt wird, ſo hat man $g : \frac{a^2 e}{y^2} = 1 : f$, oder $f = \frac{a^2 e}{g y^2}$.

Alles, was die Mechanik von Bewegungen lehrt, die aus veränderlichen Kräften entſtehen, beruht auf der Gleichung $dv = 2 g f dt$, in welcher ſtatt f der gehörige Werth deſſelben geſetzt, und die Gleichung auf eine Form gebracht werden muß, in welcher ſie ſich integriren läßt. Beyſpiele hievon ſind bey den Worten: **Bewegung, ungleichförmig-beſchleunigte, Centralbewegung** (Th. I. S. 345 ingl. S. 472. u. f.) gegeben worden.

Man nennt die veränderlichen Kräfte auch **ungleichförmig-beſchleunigende** (vires inaequabiliter accelerantes).

Ungleichförmig-beſchleunigende Kraft, ſ. **Veränderliche Kraft**.

Unveränderliche Kraft, Vis conſtans, *Force conſtante*. Eine beſchleunigende Kraft, welche in allen Stellen des Weges, durch den eine Maſſe bewegt wird, gleich ſtark bleibt. So läßt ſich die Schwere der Körper gegen die Erde, während des Falles von einer geringen Höhe, als eine unveränderliche Kraft anſehen. Kömmt aber die Höhe des Falles mit dem Halbmeſſer der Erde in merkliche

Vergleichung, ſo iſt auch die Schwere während des Falles veränderlich, und in den tiefern Stellen ſtärker, als in den höhern. Wenn f unveränderlich iſt, läßt ſich die Formel $dv = 2gf\,dt$ an ſich integriren, und giebt $v = 2gft$, und (weil $v\,dt = ds$ mithin $2gft\,dt = ds$) $s = gft^2$, woraus alles ſo folgt, wie für die gleichförmig beſchleunigte Bewegung (Th. I. S. 336. 337.). Daher heißen die unveränderlichen Kräfte auch **gleichförmig beſchleunigende** (uniformiter ſ. aequabiliter accelerantes).

Zurückſtoßende Kraft, ſ. **Repulſion.**

Zuſammengeſetzte Kraft, mittlere Kraft, Vis compoſita, *Force reſultante.* Diejenige Kraft, welche aus der Vereinigung zwoer oder mehrerer nach verſchiedenen Richtungen wirkender Kräfte entſpringt. Dieſe verſchiedenen Kräfte ſelbſt werden die **äußern Kräfte** genannt. Aus der Größe und Richtung der äußern Kräfte findet man die mittlere eben ſo, wie man aus der Größe und Richtung mehrerer zuſammenkommenden Bewegungen die zuſammengeſetzte Bewegung findet, ſ. **Zuſammenſetzung der Kräfte.**

Kryſtall, Cryſtallus, *Cryſtal.* So nennt man überhaupt eine jede Subſtanz, deren Theile ſo geordnet ſind, daß ſie **regelmäßig gebildete** feſte Maſſen ausmachen. Anfänglich ward dieſer Name blos dem natürlichen Kryſtall oder **Bergkryſtall** (Cryſtallus nativa ſ. montana, *Cryſtal de roche*) beygelegt, einem harten durchſichtigen Steine, der die Geſtalt eines ſechsſeitigen Prisma hat, auf deſſen Grundflächen zwo ſechsſeitige Pyramiden aufgeſetzt ſind. Dieſer Bergkryſtall wird bisweilen ganz rein und ungefärbt, bisweilen farbigt gefunden, und macht dasjenige aus, was man insgemein **unächte Edelſteine** nennt. Er beſitzt alle Eigenſchaften der Kieſelerde, und **Bergmann** hat aus der Auflöſung dieſer Erde in Flußſpathſäure durchs Anſchießen künſtlichen Bergkryſtall erlangt. Dieſer Stein ward ſchon von den Alten ſehr hoch geſchätzt, und zu allerley Gefäßen von großem Werthe verarbeitet. Wegen ſeiner Aehnlichkeit mit dem Eiſe

(κρύος, glacies) legten ſie ihm den Namen Kryſtall bey. Das Kryſtallglas, welches ihm nachahmen ſoll, ſ. Glas, erlangt doch niemals die Härte des natürlichen Kryſtalls.

Bey den Operationen der Chymie erhalten viele Körper, wenn ſie aus dem flüßigen Zuſtande langſam in den feſten übergehen, eine regelmäßige Geſtalt, welche gewiſſen Subſtanzen ſpeciſiſch eigen iſt. Weil dieſe Körper alsdann, beſonders wenn ſie durchſichtig ſind, Aehnlichkeit mit dem natürlichen Kryſtalle haben, ſo hat man zuerſt den durchſichtigen, dann aber allen überhaupt den Namen der Kryſtallen gegeben. Man ſagt alſo nicht allein von den Salzen, welche ſich aus ihren Auflöſungen unter beſtimmten Geſtalten niederſchlagen, daß ſie ſich **kryſtalliſiren** oder in **Kryſtallen anſchießen**, ſondern man gebraucht eben dieſe Ausdrücke auch von kieſichten, metalliſchen u. a. Subſtanzen, und nennt überhaupt alle Mineralien, deren äußere Geſtalt regelmäßig gebildet iſt, kryſtalliſirte, ſ. **Kryſtalliſation.**

Kryſtall, isländiſcher, Doppelſtein, Doppelſpath, Cryſtallus islandica ſ. duplicans, ſpathum duplicans, *Cryſtal d'Islande.* Ein durchſichtiger blättriger, in rhomboidaliſchen Stücken brechender Kalkſpath, welcher die merkwürdige Eigenſchaft hat, die dadurch geſehenen Gegenſtände zu verdoppeln. Man findet ihn in Schweden, Island und der Schweiz. Die Stücken, in welche er bricht, ſind Parallelepipeda mit rhomboidaliſchen Seitenflächen, deren ſtumpfe Winkel 101° 52′, folglich die ſpitzigen 78° 8′ betragen. Die Neigung der Seitenflächen ſelbſt gegen einander iſt 105°.

Die erſten Beobachtungen über die Erſcheinungen dieſes Kryſtalls ſind von **Eraſmus Bartholin,** Profeſſor der Geometrie und Medicin zu Kopenhagen. (Experimenta Cryſtalli Islandici, quibus mira et inſolita refractio detegitur. Hafniae, 1669. 4.). Er bemerkte, daß die Gegenſtände A und B (Taf. XII. Fig. 90.), auf welche die Grundfläche eines ſolchen Kryſtalls gelegt ward, bey aa und bb doppelt erſchienen; daß die beyden Bilder deſto

weiter von einander abſtanden, je dicker der Kryſtall war, und daß ihre Entfernung am größten erſchien, wenn der Gegenſtand auf der Diagonallinie NL lag, welche durch die ſpitzigen Winkel der Grundfläche geht. Er ſchloß aus allem, daß hiebey eine doppelte Brechung jedes Strals vorgehe, wovon die eine nach den gewöhnlichen Regeln nach dem Brechungsverhältniſſe 5 zu 3 erfolge, die andere ungewöhnliche aber auf die Neigung des Strales gegen eine mit den Seiten des Kryſtalls parallele Ebne ankomme.

Huygens (Traité de la lumiere, Leid. 1690. 4. chap. 5. auch lateiniſch in *Hugenii* Opp. reliquis, Amſt. 1728. 4. To. I.) beſtimmte dieſe Erſcheinungen weit genauer, und bemerkte, daß ſie ſich auf die Ebne GCFH Taf. XII. Fig. 91. bezogen, welche an einer Ecke, wie C, wo drey ſtumpfe Winkel zuſammenſtoßen, durch die Linie CG, welche den Winkel ACB halbirt, und durch die Seitenlinie CF gelegt wird. Dieſe Ebne nannte er den Hauptſchnitt des Kryſtalls, und blos in ihr oder in ſolchen, die mit ihr parallel ſind, bleibt der ungewöhnlich gebrochne Stral mit dem einfallenden und dem gewöhnlich gebrochnen in einerley Ebne. Wenn er die Fläche AB bedeckte, und blos durch ein kleines Loch bey K einen Sonnenſtral ſenkrecht auf CG fallen ließ, ſo gieng ein Theil dieſes Strals ungebrochen in der Linie KL fort, ein anderer Theil aber ward unter einem Winkel von 6° 40′ nach KM gebrochen, und nahm bey ſeinem Ausgange durch M die mit IK parallele Richtung MZ wieder an. Liegt alſo in L ein Gegenſtand, ſo wird von ihm in die Oefnung eines Auges bey I nicht allein der Stral LKI, ſondern auch LRI kommen, deſſen Theil LR mit MK parallel iſt; und das Auge in I wird den Gegenſtand L doppelt, einmal durch die gewöhnliche Brechung in L, das anderemal durch die ungewöhnliche in S ſehen.

Wenn der Stral NO in der Ebne des Hauptſchnitts liegt, und mit CG einen Winkel von 73°20′ macht, ſo wirft ihn die gewöhnliche Brechung nach OP fort, der Theil aber, auf den die ungewöhnliche wirkt, geht in die-

ſem Falle in gerader Linie mit NO nach Q fort, und bleibt auch beym Herausgehen in dieſer Linie.

Huygens fand, wie Bartholin, das Brechungsverhältniß für die gewöhnliche Brechung 5 : 3, für die ungewöhnliche aber veränderlich, nach der verſchiednen Neigung des einfallenden Strals. Für das Geſetz, nach welchem ſie ſich richtet, giebt er dieſes an: wenn der ſenkrecht auf CG fallende Stral IK nach M gebrochen wird, ſo fallen die Stralen, die mit IK gleiche Winkel machen, und durch K gehen, auf der Linie HF in gleiche Entfernungen vom Punkte M, und eben ſo auch in andern Schnitten des Kryſtalls.

Endlich macht er noch folgende wichtige Bemerkung. Wenn zwo Stücken Doppelſpath in einiger Entfernung von einander ſo gehalten werden, daß ihre Seitenflächen parallel ſind, und der Lichtſtral durch das erſte Stück in zween geſpalten iſt, ſo werden dieſe Theile im zweyten Stücke nicht wieder geſpalten, ſondern der regelmäßig gebrochne Theil folgt blos der gewöhnlichen, der andere blos der ungewöhnlichen Brechung. Liegen die Stücken ſo, daß ihre Hauptſchnitte einen rechten Winkel machen, ſo wird der im erſten Stücke regelmäßig gebrochne Stral im zweyten Stücke blos der ungewöhnlichen, der andere blos der gewöhnlichen Brechung folgen. Bey ſchiefen Lagen der Stücken aber werden die Lichtſtralen beydemal geſpalten.

Uebrigens erklärt **Huygens** dieſe ſonderbaren Erſcheinungen, ſeiner Hypotheſe vom Lichte gemäß, aus den wellenförmig fortgepflanzten Schwingungen oder Wirbeln der Lichtmaterie ſo, daß die ſphäriſchen Wirbel die gewöhnliche, die ſphäroidiſchen hingegen die unregelmäßige Brechung verurſachen ſollen.

Newton (Optice L. III. qu. 17. 18.) erzählt keine eignen Verſuche, giebt aber das Geſetz der ungewöhnlichen Brechung auf folgende Art an. Wenn Taf. XII. Fig. 92. C der größte körperliche Winkel an der brechenden Fläche ABCD iſt, ſo fälle man auf die gegenüberſtehende Fläche EFGH das Loth CK, welches mit CF einen Winkel von 19° 3′ macht, ziehe KF, und nehme L ſo, daß KCL =

6° 40′, LCF = 12° 23′ wird. Fällt nun irgend ein Lichtſtral ST bey T auf, und wird nach dem regelmäßigen Verhältniſſe 5 : 3 nach V gebrochen, ſo nehme man VX mit KL parallel und gleich, und TX iſt der unregelmäßig gebrochne Stral.

Huygens Beobachtungen über die Brechung durch mehrere Stücke Doppelſpath leiten **Newton** auf die Muthmaßung, daß die verſchiedenen Seiten eines Lichtſtrals verſchiedene eigenthümliche Eigenſchaften haben. Denn, ſagt er, wäre das, was den Unterſchied zwiſchen gewöhnlicher und ungewöhnlicher Brechung macht, dem Lichte nicht eigenthümlich (congenitum), und erhielte es dieſe Modification erſt durch die Brechung, ſo müßte man doch bey den nachfolgenden Brechungen allezeit neue Modificationen wahrnehmen. Es erhellet aber auch, daß es nicht zweyerley Gattungen Stralen giebt, deren eine allezeit der gewöhnlichen, die andere allezeit der ungewöhnlichen Brechung folgt, weil man den huygenianiſchen Verſuch ſo abändern kan, daß die Brechungen umwechſeln. Haben alſo nicht die Stralen verſchiedene Seiten, wovon zwo entgegengeſetzte machen, daß der Stral ungewöhnlich gebrochen wird, wenn ſie in die Lage der Linien KL, VX kommen; da hingegen die andern Seiten immer nur die gewöhnliche Brechung veranlaſſen? Man iſt noch viel zu wenig mit dem Weſen des Lichts bekannt, als daß ſich hierüber etwas entſcheiden ließe; und es bleibt nichts übrig zu ſagen, als daß wir von der Urſache der ungewöhnlichen Brechung noch gar nichts wiſſen.

Huygens hatte ſchon bemerkt, daß ſich eine ſolche doppelte Brechung auch im **Bergkryſtalle** zeige. **Beccaria** (Philoſ. Trans, Vol. LII. p. 489.) beſtätiget dies noch mehr, behauptet es auch vom braſilianiſchen Kieſel, und zeigt ſich geneigt, die Urſache dieſer Erſcheinungen, ja ſogar aller Brechung und Zurückwerfung in der Elektricität zu ſuchen.

Martin (Eſſay on Island Cryſtal) bemerkte, wie Prieſtley anführt, an Prismen von Doppelſpath nicht blos eine doppelte, ſondern eine vielfache, oft ſechsfache Bre-

chung. Durch Zuſammenſtellung zweyer Prismen konnte er dieſelbe noch mehr vervielfältigen; zwey Prismen, jedes von 6facher Brechung, gaben zuſammengeſtellt 36 gefärbte Sonnenbilder. Er fand auch, daß bey dieſen Brechungen das Licht in Farben zerſtreut ward, wenn gleich die beyden brechenden Flächen mit einander parallel waren. Die ſchönſten Erſcheinungen zeigten ſich, wenn er den Stral im verfinſterten Zimmer durch isländiſche Kryſtalle oder daraus geſchliffene Prismen gehen ließ, wobey ſich die Sonnenbilder ſehr vervielfältigten, ſo daß eine Verbindung eines Parallelepipedums mit einem Prisma 72 theils gefärbte, theils ungefärbte Bilder gab. Er geſteht, daß er dies alles nicht zu erklären wiſſe, glaubt aber, daß es von irgend einer beſondern Modification des Lichts durch die Structur des Doppelſpaths herrühre, in welchem er auch ſehr viele feine Spalten bemerkt hat, die auf der Ebne des Hauptſchnitts ſenkrecht liegen.

Der Abbé **Rochon** (Recueil de mémoires ſur la mechanique et la phyſique, à Paris, 1783. 8.) hat Prismen von isländiſchem Kryſtall zu Mikrometern an Fernröhren (*lunettes à priſme*) vorgeſchlagen, und will dabey gefunden haben, daß man einen künſtlichen Doppelſtein erhält, wenn man Scheibchen Glas von verſchiedner Brechbarkeit auf einander legt, und ſolche durchs Feuer mit einander verbindet oder zuſammenſchmelzet.

Neuerlich hat Herr **Silberſchlag** (Ueber den isländiſchen Kryſtall oder Doppelſpath, in den Beob. und Entd. aus der Naturkunde, von der Geſellſch. naturforſch. Freunde zu Berlin, VIII. B. oder nun II. B. 2. St. 1787.) die Erſcheinungen des Doppelſpaths zu erklären geſucht. Er bemerkt, daß die rhomboidaliſche Figur allen kleinen Theilen dieſes Spaths zukomme, und daß der Zuſammenhang dieſer Theile nach der Richtung durch die Diagonale von einem ſpitzigen Winkel zum andern am ſtärkſten ſey. Die Linie durch die verdoppelten Punkte laufe allemal mit der Diagonale aus den ſtumpfen Ecken parallel. (Nach Huygens ſehr genauen Beſtimmungen und Newtons Geſetze thut ſie das nicht; der Hauptſchnitt iſt auch keine Diago-

nalfläche, wie Taf. XII. Fig. 91. deutlich zeigt). Herrn S. Erklärung kömmt darauf hinaus, daß aus einem Punkte, auf den man einen rhomboidaliſchen durchſichtigen Körper ſetzt, einige Stralen auf der Oberfläche, andere an der Seitenfläche herauskommen, und wegen der verſchiedenen Brechnung beyde ins Auge gelangen können. Daraus erklären ſich nun zwar einige Erſcheinungen, die Hr. S. anführt; allein die huygenianiſchen Beobachtungen der Brechung durch mehrere Stücken und die von **Martin**, welche hier unberührt bleiben, enthalten wohl etwas mehr, als ſich aus den gewöhnlichen Gründen der Dioptrik allein begreiflich machen läßt.

Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel, S. 398. u. f.

Kryſtalliſation, Kryſtalliſirung, Cryſtalliſatio, *Cryſtalliſation.* Ein natürliches oder künſtliches Verfahren, wodurch gewiſſe Subſtanzen aus dem flüßigen Zuſtande in den feſten ſo gebracht werden, daß ſie durch die Vereinigung ihrer Theile Maſſen von regelmäßiger Geſtalt bilden, ſ. **Kryſtallen.** Einige Chymiker, z. B. **de Morveau, Maret** und **Durande** (Anfangsgr. der theoret. u. prakt. Chym. Th. I. S. 38.), haben ſogar allen Uebergängen der Körper aus dem flüßigen Zuſtande in den feſten den Namen der Kryſtalliſationen beylegen wollen. Man nennt aber dieſe lieber Erhärtung, Geſtehung oder Gerinnung. Endlich belegt man mit den Namen der **Kryſtalliſationen** bisweilen auch die Producte dieſer Operation oder die Kryſtallen ſelbſt.

Die Theile feſter Körper zeigen ein Beſtreben ſich zu vereinigen, welches in den einfachen Theilen vorzüglich ſtark iſt, von der Geſtalt der Theile abhängt, und an den größten Seitenflächen dieſer Theile, die ſich mit den meiſten Punkten berühren können, am ſtärkſten zu ſeyn ſcheint. Wenn alſo Theile eines Körpers durch eine dazwiſchen gekommene Flüßigkeit getrennt ſind, und ihnen dieſe Flüßigkeit nach und nach entzogen wird, ſo werden ſie ſich regelmäßig bilden, wofern ſie Zeit und Freyheit haben, ſich mit den geſchickteſten Flächen zu berühren, und es werden

daraus Maſſen von einer beſtändigen und immer gleichen Geſtalt entſtehen. Geſchieht aber der Uebergang allzuſchnell, ſo vereinigen ſie ſich ohne Unterſchied mit Flächen, welche der Zufall zuſammenbringt, und bilden zwar feſte Maſſen, aber ohne regelmäßige Geſtalt. Dies iſt die gewöhnliche Erklärung der Kryſtalliſation, die ſich auch durch die Phänomene ſelbſt beſtätiget.

Das Gefrieren des Waſſers iſt eine wahre Kryſtalliſation. Im Waſſer ſind die Theile durch die Dazwiſchenkunft des freyen Wärmeſtoffs getrennt. Beym langſamen Gefrieren vereinigen ſie ſich zu langen Nadeln, die ſich unter Winkeln von 60° und 120° an einander legen, und Blättchen oder Flocken bilden, ſ. **Eis, Schnee.**

Auch die Metalle, der Schwefel, das Glas ꝛc. nehmen, wenn ſie nach der Schmelzung langſam genug erkalten, gewiſſe regelmäßige Geſtalten an. Den Stern des Spießglaskönigs hat man lange Zeit mit Verwunderung betrachtet; man fand aber endlich ſolche kryſtalliniſche Bildungen bey allen Metallen, die man geſchmolzen äußerſt erhitzet, und auf das langſamſte wieder erkalten läßt (ſ. **Bergmann,** phyſ. Beſchr. der Erdkugel Th. II. S. 279.).

Eben dies geſchieht bey Subſtanzen, deren Theile durch Waſſer von einander getrennt ſind, wenn dieſes Waſſer langſam abdünſtet. So erklärt **Macquer** die natürliche Kryſtalliſation der Edelſteine, des Bergkryſtalls, der Spathe, Tropfſteine u. ſ. w. ja ſogar der Kieſe und metalliſchen Subſtanzen. Die meiſten Chymiſten erfordern zwar zur Kryſtalliſation eine vorgängige wahre Auflöſung, welche bey vielen der eben genannten Subſtanzen im Waſſer nicht ſtatt findet. **Bergmann** aber (a. a. O.) glaubt, es könne Kryſtalliſation ohne Auflöſung erfolgen, weil auch mancher Rauch ſich kryſtalliſire.

Bey den Edelſteinen ſoll nach **Achard** (*Rozier* Journ. de phyſ. Ianv. 1778. p. 12. und Beſtimmung der Beſtandtheile einiger Edelſteine, Berlin, 1779. 8.) die fixe Luft zur Auflöſung der in ihnen befindlichen Kalk- und Thonerde beygetragen haben. Es iſt ihm gelungen, durch langſames Durchſickern eines mit Luftſäure imprägnirten Waſ-

ſers, worinn alkaliſche Erden aufgelöſet waren, durch Erde, binnen zehn Wochen künſtliche Edelſteine zu erhalten, ſo wie **Bergmann** aus der Auflöſung der Kieſelerde in Flußſpathſäure Bergkryſtalle erhielt. Einige franzöſiſchen Chymikern (Iournal de phyſ. 1780.) hat zwar Herrn Achard's Verſuch nicht glücken wollen; allein **de Morveau** hat neuerlich (**Lichtenbergs** Magazin für das Neuſte aus d. Phyſ. IV. B. 2 St. S. 176.) in einer Flaſche mit imprägnirtem Waſſer, worinn 9 Stücke Bergkryſtall und etwas Eiſen lagen, nach neun Monaten das Eiſen angegriffen und einen Kryſtall erzeugt gefunden. Bey Kalk- und Gypsſpathen iſt die Auflöſung ein Werk der Luftſäure und Vitriolſäure. Die Kryſtalliſation der Kieſe und Metalle aber ſcheint wohl eher auf dem trocknen Wege geſchehen zu ſeyn. Man ſieht hieraus auch, daß der Schluß von Kryſtallen auf die nothwendige Gegenwart von Salzen, den man ſonſt für allgemein richtig hielt, in vielen Fällen Einſchränkungen leide.

Unter allen Subſtanzen aber ſind die **Salze** am meiſten zur Kryſtalliſation geneigt, und zeigen alle Phänomene derſelben am deutlichſten. Da das Waſſer weit flüchtiger iſt, als die Salze, ſo kan es von ihnen ſehr bequem durchs **Abdampfen** geſchieden werden. Hiebey bilden die zurückbleibenden Salze Kryſtallen, oder **ſchießen in Kryſtallen an.** Ihre beſondere Verwandſchaft mit dem Waſſer aber macht, daß ſie ſelbſt in dieſem feſten Zuſtande noch einen ziemlichen Antheil Waſſer in ſich behalten, der mit ihnen ein Ganzes ausmacht, und ihr **Kryſtalliſationswaſſer** (aqua cryſtalliſationis) genannt wird. Dieſes Waſſer iſt zwar nicht zu dem Weſen der Salze ſelbſt, aber doch zu dem Weſen der Salzkryſtallen erforderlich. Denn, wenn man es durch einen verſtärkten Grad der Hitze davon treibt, ſo verlieren die Kryſtallen ihre Durchſichtigkeit und Feſtigkeit, und zerfallen in ein zerreibliches Salz, welches aber ſonſt alle weſentliche Eigenſchaften unverändert beybehält. Alaun, Glauberſalz, Sodaſalz, Eiſenvitriol, Sedativſalz enthalten an Kryſtalliſationswaſſer ohngefähr die Helfte ihres Gewichts, Salpeter und Kochſalz nur ſehr

wenig; und die Seleniten einen kaum merklichen Antheil.

Ein zweytes Mittel, das Waſſer von den Salzen, die es aufgelößt hält, zu trennen, iſt das Abkühlen. Manche Salze löſen ſich im warmen Waſſer weit leichter, und häufiger; als im kalten, auf. Enthält nun das Waſſer bey der Siedhitze von einem ſolchen Salze mehr, als es in der Kälte aufgelößt halten kan, ſo ſchießt das überflüßige Salz beym Abkühlen an. Bey einem plötzlichen Erkalten werden die Kryſtallen klein, unregelmäßig und übel gebildet; durch langſames Abkühlen hingegen erhält man ſie in der größten und unregelmäßigſten Form. Hiebey geſchieht die Kryſtalliſation nicht durch Entziehung des Waſſers, ſondern durch Entziehung der Wärme; die Kryſtallen behalten aber auch in dieſem Falle das nöthige Kryſtalliſationswaſſer bey ſich.

Der Salpeter läßt ſich am beſten durchs Abkühlen kryſtalliſiren. Man raucht die Auflöſung nur ſo weit ab, daß ſie die Siedhitze annimmt, und läßt ſie dann langſam abkühlen. Wenn das Erkalten aufhört, ſo gießt man die übrige Salzlauge, die noch viel Salpeter enthält, von den Kryſtallen ab, raucht ſie wiederum bis zur Sättigung in der Siedhitze ab, und läßt ſie dann aufs neue erkalten u. ſ. f. Das Kochſalz hingegen, welches vom heißen Waſſer nicht in viel größerer Menge, als vom kalten, aufgelöſet wird, erfordert die Kryſtalliſation durchs bloße Abrauchen. Hiebey geſchieht die Bildung der Kryſtalle blos auf der Oberfläche, wo die Abdampfung vor ſich geht; ſie bilden ein Häutchen, das nach und nach zu Boden fällt, und einem neuen Platz macht u. ſ. w., woraus freylich kleinere Kryſtallen entſtehen. Man kan ſie dennoch groß und regelmäßig genug erhalten, wenn man das Abrauchen mit mäßiger Langſamkeit fortſetzt.

Jede Art Salz hat eigenthümlich geſtaltete Kryſtallen. Das Kochſalz giebt zum Theil Würfel, zum Theil vierſeitige hohle Pyramiden, die wie Mühlentrichter auf der Spitze ſtehen. Nach **Macquer** entſtehen die Pyramiden aus zuſammengefügten Würfeln, nach **Bergmann** aber

(phyſ. Beſchr. der Erdkugel, Th. II. S. 273. ff.) beſtehen alle prismatiſche Salzkryſtallen aus Trichtern, die ſich mit den Spitzen um einen gemeinſchaftlichen Mittelpunkt anſetzen, und deren ſechs z. B. einen Würfel bilden.

Der größte Nutzen einer guten Kryſtalliſirung der Salze beſteht darinn, daß man ſie ſehr rein erhält, wenn man ſie durch dieſe gelaſſene Operation in ihrer eigenthümlichen Geſtalt anſchießen läßt. So kan man z. B. Salpeter und Kochſalz, die in einer Auflöſung vermiſcht ſind, durch abwechſelndes Abrauchen und Abkühlen von einander ſcheiden.

Einige Salze haben eine ſo große Verwandſchaft mit dem Waſſer, daß ſie ſich äußerſt ſchwer kryſtalliſiren; nur bis zur dicken Conſiſtenz abgeraucht, ſchießen ſie durchs Erkalten in kreuzweis über einander liegenden Nadeln an. Wenn man ſie an die Luft legt, ſo ziehen ſie die Feuchtigkeit aus derſelben an ſich, und zerfließen. Dergleichen ſind das Kalkſalz, der Kalkſalpeter, der Kupferſalpeter und Eiſenſalpeter, die Blättererde u. a. m.

Noch eine dritte Art, Salze zu kryſtalliſiren, iſt dieſe, daß man durch Zuſätze einer neuen Subſtanz, die mit dem Waſſer in ſtarker Verwandſchaft ſteht, z. B. des Weingeiſts, den Salzen das zu ihrer Auflöſung nöthige Waſſer entzieht. So kan man die Auflöſungen von Glauberſalz, vitrioliſirtem Weinſtein und Kochſalz durch zugegoßnen Weingeiſt ſogleich zum Anſchießen bringen. Aber die plötzliche Entſtehung macht dieſe Kryſtallen klein und unregelmäßig. Etwas ähnliches geſchieht, wenn die zugeſetzte Subſtanz die Salze verändert, und ihre Auflöslichkeit im Waſſer vermindert. So werden z. B. die ätzenden Laugenſalze aus dem Waſſer durch Zuſatz einer Säure in Form von kleinen Kryſtallen niedergeſchlagen, und die fixe Luft oder Luftſäure bringt eben dieſe Wirkung hervor.

Die Geſtalten der in der Natur vorkommenden Kryſtalliſationen hat **Romé Delisle** (Eſſai de cryſtallographie, à Paris, 1772. 8. Verſuch einer Cryſtallographie durch Romé Delisle, aus d. Franz. mit Anm. u. Zuſ. von **C. E. Weigel**, Greifsw. 1777. 4.) ſehr vollſtändig ge-

ſammelt und geometriſch betrachtet. Ueber die Entſtehung dieſer Formen giebt der Abbé Hauy (Eſſai d'une theorie ſur la ſtructure des cryſtaux, par M. l'Abbé *Haüy*, de l'acad. roy. des Sc. à Paris, 1783. 8.) einige ſehr ſinnreiche Muthmaßungen an. Schon die erſten Grundtheile fügen ſich in der beſtimmten eigenthümlichen Geſtalt zuſammen, welche beym Anwachs immer beybehalten wird. Oft aber geſchieht der Anwachs in der Folge nach andern Geſetzen; die Grundgeſtalt dient alsdann zum Kern, an deſſen Flächen ſich neue Schichten anſetzen, und Geſtalten der zweyten Art bilden. Bey nicht ſehr harten Kryſtallen ſondern ſich die Schichten nach dieſen Flächen leicht ab; bey harten zeigen die Streifen doch die Richtungen, nach welchen die neuen Anſätze geſchehen ſind. Es finden hiebey ſchöne Anwendungen der Geometrie ſtatt. So beweißt z. B. Hauy aus der Beobachtung, daß die abgelößten Schichten des isländiſchen Kryſtalls gleichförmig gegen die Grund- und Seitenflächen geneigt ſind, daß ſich die Seite dieſes Spaths zur Diagonale durch die ſpitzigen Winkel, wie $\sqrt{5}$ zu $\sqrt{12}$ verhalte, woraus der größere Winkel $= 101^\circ 32' 13''$ folgt. Eben dieſer Winkel findet ſich in dem in 12 Fünfecke eingeſchloßnen Kalkſpathe u. ſ. w. Wenn man annimmt, daß die Schichten immer um zwo Reihen Grundtheile abnehmen, ſo giebt dies um einen einzigen primitiven Kern 1019 mögliche Kryſtalliſationsgeſtalten, unter welchen jedoch nur etwa 30 in der Natur wirklich gefunden werden.

Die Kryſtallen gehören zu denjenigen geometriſchen Körpern, welche man mit Herrn Käſtner (Geom. neuſte Ausg. Gött. 1786. S. 416.) nach bekannten Geſetzen unordentliche nennen kan. Dieſer vortrefliche Mathematiker hat die Theorie derſelben, ſelbſt mit Rückſicht auf des Hauy Anwendungen in einigen Abhandlungen (De corporibus polyedris data lege irregularibus, Comment. Soc. Gott. To. VI. ad ann. 1783. 1784. und ebend. De ſectionibus ſolidorum, cryſtallorum ſtructuram illuſtrantibus) ausgearbeit.

Macquer chym. Wörterbuch, mit Hrn. Leonhardi Zuſ. Art. Kryſtalliſirung.

Lichtenberg Magazin für das Neuſte zur Phyſ. und Naturg. II. Th. 4. St. S. 21.

Kryſtallinſe, ſ. Auge.

Küſſen der Elektriſirmaſchine, ſ. Reibzeug.

Kugeln zur Elektriſirmaſchine, ſ. Elektriſirmaſchine.

Kugelſpiegel, ſ. Spiegel, Hohlſpiegel.

Kupfer, Cuprum, Aes cyprium, *Cuivre.* Ein im Feuer nicht beſtändiges, ſehr dehnbares Metall von einer glänzend rothen Farbe. Es iſt härter, elaſtiſcher und klingender, als das Silber, und hat eine beträchtliche Zähigkeit. Ein Kupferdrath von $\frac{1}{10}$ Zoll Durchmeſſer trägt, ohne zu reißen, ein Gewicht von 299$\frac{1}{4}$ Pfund.

Die gewöhnliche ſpecifiſche Schwere des Kupfers iſt 8,726 bis 8,843; die des japaniſchen ohngefähr 9,000; des ſchwediſchen nach Bergmann (Anm. zu Scheffers chym. Vorleſ. §. 286.) bis 9,324, wenn die Schwere des Waſſers = 1 geſetzt wird.

Es iſt ſehr ſtrengflüßig, und erfordert zur völligen Schmelzung einen Grad der Hitze, bey dem es zum Weißglühen kommen kan, nach Bergmann den 1450ſten der Fahrenheitiſchen Scale. Bey dem Zutritte der Luft giebt es im Feuer einen Rauch, der ſich an vorgehaltnes Eiſenblech, als **Kupferblumen,** anlegt. Wenn es glühet, wird die Oberfläche rauh und ſchuppicht; dieſe Schuppen geben, abgeſchlagen, den **Kupferhammerſchlag,** eine ſchon zum Theil verkalkte metalliſche Subſtanz.

Die vereinigte Wirkung der Luft und des Waſſers verändert die Oberfläche des Kupfers, und überzieht ſie mit einem grünen Roſte, dem **Grünſpan** oder **Kupferroſt.**

Alle Säuren löſen das Kupfer auf, und die Auflöſungen erhalten eine grüne oder blaue Farbe. Aus der Auflöſung in Vitriolſäure, die ohne Unterſtützung durch Hitze ſchwer von ſtatten geht, erhält man ein Mittelſalz in ſchö-

nen blauen Kryſtallen, den **blauen** oder **Kupfervitriol**. Die Salpeterſäure löſet das Kupfer ſehr ſchnell auf, und giebt den ſchwer zu kryſtalliſirenden und höchſt zerfließbaren **Kupferſalpeter**, der die Flamme des Weingeiſts ſchön grün färbt. Die Auflöſung in concentrirter Salzſäure iſt dunkelgelb, wird aber grün, wenn man ſie mit Waſſer verdünnt, daher ſie zu einer ſympathetiſchen Dinte dienen kan, ſie giebt das **Kupferkochſalz** in grünen Kryſtallen, welche die Feuchtigkeit leicht an ſich ziehen. Auch die Pflanzenſäuren verbinden ſich leicht mit dem Kupfer. Die Weinſäure giebt damit das **Spangrün**, die Eſſigſäure die **Kupferkryſtallen**, oder den ſogenannten **deſtillirten Grünſpan**, aus welchem man durch die Deſtillation eine äußerſt concentrirte Eſſigſäure, den **Kupferſpiritus** oder **radicalen Eſſig** erhält. Die Säuren ſcheiden ſich von dieſen Auflöſungen durch die bloße Wirkung der Wärme: außerdem aber auch durch Kalkerden und Laugenſalze, welche das Kupfer als ein ſchönes grünes Pulver niederſchlagen. Das Eiſen hingegen ſchlägt aus den Kupferauflöſungen das Kupfer in ſeiner eigentlichen metalliſchen Geſtalt nieder, ſ. **Cementwaſſer**. Das Kupfer ſelbſt thut eben dieſes in Rückſicht des in Säuren aufgelößten Silbers und Queckſilbers.

Das Kupfer verbindet ſich ohne Unterſchied mit allen ſalzigen und metalliſchen Materien. Darum hat es auch von den alten Chymiſten den Namen **Venus** (meretrix metallorum) erhalten. Man gebraucht es häufig zu vielen Compoſitionen, zum **Legiren**, zum **Meſſing**, **Glockenſpeiſe**, **Tomback**, **Similor**, **Bronze**, **Weißkupfer** u. dgl.

Auch die Laugenſalze löſen es leicht auf. Das flüchtige Alkali nimmt davon eine ſchöne blaue Farbe an, die in verſtopften Flaſchen vergeht, an der Luft aber bald wieder zum Vorſchein kömmt. Man kan dieſe Abwechſelungen vielemale nach einander hervorbringen, wenn man die Auflöſung über den Kupferſpänen ſtehen läßt. **Bergmann** (De attract. elect. §. 32. und Anm. zu Scheffers Vorleſ. §. 140.) hat dieſes Phänomen ſehr glücklich daraus erklärt,

daß das Alkali mit dem metalliſchen Kupfer mehr Verwandſchaft hat, als mit dem dephlogiſtiſirten blauen Kalke. Dieſe ſchöne blaue Farbe giebt ein vortrefliches Mittel, die Gegenwart des Kupfers in verſchiedenen Miſchungen durch das flüchtige Alkali zu entdecken. Die blauen Kryſtallen, welche man aus dieſer Auflöſung erhält, werden an der Luft, wo das flüchtige Alkali davongeht, grün, heißen **flüchtiges Kupferſalz**, und ſind alsdann dem natürlichen **Malachit** ähnlich.

Der Schwefel iſt ſehr wirkſam gegen das Kupfer, bringt es leichter zum Schmelzen, und verſetzt es in einen erzartigen kieſichten Zuſtand. Durch Verbrennung des Schwefels verbindet ſich die Vitriolſäure deſſelben mit dem Kupfer und bildet Kupfervitriol.

Das Kupfer wird oft, doch aber weniger als Silber, gediegen in Geſtalt von Bäumchen und Zweigen gefunden. Häufiger kömmt es in Geſtalt grüner und blauer Erden oder Steine vor, wohin das **Bergblau, Berggrün**, die **Atlaserze** und der **Malachit** gehören. In den wahren Kupfererzen iſt es entweder durch Schwefel allein, wie im **grauen Kupfererze** oder **Kupferglaſe**, oder durch geſchwefeltes Eiſen mit Arſenik, wie in den **Kupferkieſen, Fahlkupfererze, Kupferlaſur** ꝛc. mineraliſirt. Dieſe Kupfererze fallen in Anſehung ihrer Farben ſehr verſchieden aus, haben aber gewöhnlich ein güldiſches, ziemlich glänzendes Anſehen, woran man ſie ſehr leicht erkennet, zeigen auch Regenbogenfarben und grünlichgraue Flecke. Sie halten mehrentheils auch Eiſen oder eiſenſchüſſige Erde; das **Weißerz**, welches ſeine weiße Farbe vom Arſenik hat, und das **Fahlerz** enthalten gewöhnlich viel Silber, und werden nach Befinden mit zu den Silbererzen gerechnet.

Das Kupfer wird zu mancherley Bereitungen, Werkzeugen, Beſchlägen und Gefäßen im gemeinen Leben genützt. Sein Gebrauch zu Küchengeſchirren iſt, wenn nicht die höchſte Reinlichkeit gebraucht, und alles Laugenartige und Scharfe entfernt wird, allerdings gefährlich (Man ſ. **Gmelin** von Mineralgiften, Nürnb. 1779. 8. S. 61. u. f.), und die Verzierung der Gefäße ſubſtituirt nichts beſſeres, wenn

nicht das Bley dabey vermieden wird. Zu Compoſitionen wird das Kupfer, wie ſchon angeführt iſt, ſehr häufig gebraucht. Aus Bley, Kupfer und Spießglas wird das Metall der Schriftgießer, aus Kupfer, Nickel, Kobalt, und Zink der **Packfong** der Chineſer, aus Kupfer und Zinn die Maſſe der Metallſpiegel zu Teleſkopen bereitet. Aus dem mannheimer Golde, einer Vermiſchung von vier Theilen Kupfer und einem Theile Zink macht man Schnüre, Borten und Bronzirpulver zu unächten Vergoldungen von großer Schönheit. Man kan die große Verſchiedenheit der Farben und überhaupt den Glanz der aus ſolchen Kupfercompoſitionen vorzüglich in Deutſchland bereiteten Kunſtprodukte nicht ohne Bewunderung ſehen.

Macquer chym. Wörterbuch, durch Leonhardi, Art. Kupfer, Kupfererz.

Kurzſichtig, ſ. Auge.

L.

Ladung, elektriſche, ſ. Flaſche, geladne.

Länge, der Geſtirne, Longitudo aſtrorum, *Longitude des aſtres*. (Taf. XII. Fig. 93.) Der Bogen der Ekliptik, ♈L, welcher zwiſchen dem Anfangspunkte der Ekliptik ♈, und dem Breitenkreiſe pSL eines Geſtirns S enthalten iſt, heißt dieſes Geſtirns **Länge**. Es werden die Grade der Ekliptik vom Frühlingspunkte ♈ aus von Abend gegen Morgen oder nach der Folge der Zeichen in einem fort gezählt, daher ein Geſtirn nahe an 360° Länge haben kan.

Insgemein aber bedient man ſich, um die Länge eines Geſtirns anzugeben, der Eintheilung der Ekliptik in Zeichen jedes zu 30° gerechnet, ſo daß z. B. eine Länge von 250° durch 8ᶻ 10°, oder weil am Ende des achten Zeichens der Schütz ♐ anfängt, ſ. Ekliptik, durch 10° ♐ ausgedrückt wird.

Wenn die Länge eines Sterns ♈L nebſt ſeiner Breite LS, ſ. Breite, bekannt iſt, ſo wird dadurch die Stelle, die

er am Himmel einnimmt, beſtimmt, und von allen übrigen Stellen unterſchieden; denn es giebt weiter keine, der eben dieſe Länge und Breite zugleich zukäme. Daher iſt es für die Sternkunde wichtig, die Längen der Geſtirne genau zu kennen.

Die Länge der **Sonne** ♈⊙ oder ihr Ort in der Ekliptik wird, wenn man ihre Abweichung ⊙D durch Beobachtung gefunden hat, leicht berechnet. Es iſt alsdann im rechtwinklichten Kugeldreyecke ♈⊙D, der Winkel ♈ oder die Schiefe der Ekliptik $= 23^\circ 28' 8''$, und die Seite ⊙D bekannt. Daraus findet ſich ♈⊙ durch die Formel

$$\text{ſin. Länge} = \frac{\text{ſin. Abweich.}}{\text{ſin. Schiefe d. Ekl.}}$$

wo es zweydeutig bleibt, ob die Länge über oder unter 90° betrage, und ſüdliche oder negative Abweichungen Längen über 180° anzeigen, die über oder unter 270° betragen können, daher man aus andern Umſtänden wiſſen muß, in welchem Quadranten ihrer Bahn die Sonne ſtehe.

Auch aus der Rectaſcenſion der Sonne ♈D, ſ. **Aufſteigung, gerade**, findet man ihre Länge durch die Formel

$$\text{tang Länge} = \frac{\text{tang. Rectaſc.}}{\text{coſ. Schiefe d. Ekl.}}$$

wo die Länge ſtets in einerley Quadranten mit der Rectaſcenſion fällt.

Endlich findet man auch in den aſtronomiſchen Kalendern, z. B. in des Herrn Bode Jahrbüchern, den Ort der Sonne in der Ekliptik für den Mittag jeden Tages angegeben.

Die Länge der **Sterne** ward von den Alten vermittelſt der Zodiakalarmillen durch unmittelbare Beobachtung geſucht. Weil es aber ſehr ſchwer war, dieſe Ringe beſtändig in der Stellung der Ekliptik zu erhalten, deren Lage ſich am Himmel jeden Augenblick ändert, ſo fiel man bald darauf, durch Aequatorialarmillen der Sterne Rectaſcenſion und Abweichung zu beobachten, und aus dieſen die Längen zu berechnen. Heut zu Tage, da auch weit beſſere

Methoden zu Beobachtung der Rectaſcenſion und weit leichtere Arten der Berechnung bekannt ſind, werden alle Längen aus den beobachteten Rectaſcenſionen und Abweichungen berechnet.

Auf dieſe Art ſind die Längen der meiſten Fixſterne gefunden, und in die Verzeichniſſe eingetragen worden, von welchen der Artikel: **Fixſternverzeichniſſe** handelt. Wegen des Vorrückens der Nachtgleichen nimmt die Länge eines jeden Fixſterns jährlich ohngefähr um 50″ zu, ſ. **Vorrücken der Nachtgleichen**. Bey den Planeten unterſcheidet man ihre heliocentriſche Länge von der geocentriſchen, ſ. die Worte: **Geocentriſch, Heliocentriſch**.

Länge, geographiſche der Orte, Longitudo locorum geographica, *Longitude des lieux de la terre.* Derjenige Bogen des Erdäquators AD (Taf. XII. Fig. 94.), welcher zwiſchen dem Anfange des Aequators A, und dem Mittagskreiſe PLp des Orts L enthalten iſt, wird dieſes Orts **geographiſche Länge** genannt. Dieſer Bogen wird durch Grade, Minuten ꝛc. des Aequators ausgedrückt, welche von A aus immer fort gegen Morgen zu gezählt werden, daher die Länge eines Orts gegen 360° betragen kann.

Da auf dem Erdäquator jeder Punkt mit gleichem Rechte den Anfangspunkt vorſtellen kan, ſo iſt die an ſich willkührliche Wahl des Punkts A ſehr verſchieden ausgefallen. Das gewöhnlichſte iſt, dieſen Punkt ſo zu legen, daß die Länge der pariſer königlichen Sternwarte genau = 20° wird. Wenn alſo B den Ort dieſer Sternwarte, PBCp ihren Meridian vorſtellet, und CA = 20° abendwärts genommen wird, ſo giebt die Figur dieſe gewöhnliche Lage des Anfangspunkts A an. Der durch A ſelbſt gehende Meridian PAp heißt alsdann der **erſte Mittagskreis**. Von ihm handelt ein beſonderer Artikel, auf welchen ich wegen der verſchiedenen angenommenen Lagen des Punkts A verweiſe.

Die Längen dienen nebſt den Breiten (ſ. **Breite, geographiſche**) zu Beſtimmung der wahren Stellen der Or-

te auf der Erdfläche und ihrer Lagen gegen einander, worauf ſich die ganze Geographie und die Verzeichnung der Landkarten gründet. Es läßt ſich aber die Länge der Orte nicht ſo leicht, als ihre Breite, finden, und obgleich bey mehrern Nationen die größten Mathematiker, Sternkundige und Seefahrer mit unermüdetem Fleiße an Verbeſſerung der Methoden zu Erfindung der Längen gearbeitet haben, ſo ſind wir dennoch bey dieſer wichtigen Aufgabe noch immer ſehr weit zurück.

Die Schwierigkeiten rühren nicht, wie man etwa denken könnte, von der Unbeſtimmtheit des Anfangspunkts A her. Es iſt ſehr gleichgültig, wohin man denſelben ſetzen will. Das ganze Problem kömmt nicht ſowohl darauf an, daß man die abſolute Länge AD des Orts L beſtimmt; es beruht vielmehr darauf, daß man im Stande ſey, den **Unterſchied der Längen** jeder zween Orte B und L, oder den Bogen CD des Aequators zu finden, welcher zwiſchen den Mittagskreiſen dieſer Orte PBCp und PLDp enthalten iſt, und der **Unterſchied der Mittagskreiſe in Graden** (differentia meridianorum in gradibus) genannt wird. Kan man dies, ſo wird man auch für jede Lage des erſten Meridians die abſoluten Längen der Orte beſtimmen können.

Da die Sonne täglich mit gleichförmiger Bewegung einen dem Aequator parallelen Tagkreis beſchreibt, und hiebey die Mittagskreiſe der morgenwärts liegenden Orte eher erreicht, als die der abendwärts gelegnen, ſo kömmt ſie auch in den Meridian PLDp früher, als in den weſtlichern PBCp; und zwar um deſto früher, je weiter beyde Meridiane aus einander liegen, oder je größer der geſuchte Bogen CD iſt. In den Meridian PQp kömmt ſie 12 Stunden früher, als in PAp, und hiebey iſt der Unterſchied der Meridiane ſelbſt der Halbkreis ACDQ $= 180°$; ein Zeitunterſchied von 1 Stunde giebt daher in Graden einen Unterſchied von $15°$, ein Zeitunterſchied von 1 Min. giebt $15'$; von 1 Sec. $15''$ u. ſ. w. Wäre z. B. die Sonne um 40 Minuten Zeit eher in PLDp als in PBCp geweſen, ſo würde der geſuchte Bogen CD $= 40 \times 15' = 10°$ ſeyn.

Auf dieſe Art giebt die Zeit, um welche der Mittag eines Orts früher, als der eines andern einfällt, den Unterſchied der Meridiane in Graden, und heißt daher der **Unterſchied der Mittagskreiſe in Zeit** (differentia meridianorum in tempore).

Um wie viel aber der Mittag eines Orts früher einfällt, als der Mittag des andern, um eben ſoviel wird auch jede Stunde und überhaupt jede Zeitangabe am erſten Orte früher, als am andern, eintreten, weil jeder Ort ſeine Zeit von ſeinem Mittage zu zählen anfängt: um eben ſoviel müſſen alſo auch die Zeitangaben beyder Orte in jedem Augenblicke von einander abweichen. Wenn z. B. in einem und eben demſelben Augenblicke die wahre Zeit zu Leipzig 3 Uhr 50 Min., zu Paris 3 Uhr 10 Min. iſt, ſo kan dieſer Unterſchied von 40 Min. von nichts anderm herrühren, als davon, daß Leipzig um 40 Min. früher zu zählen angefangen, oder 40 Min. eher Mittag gehabt hat, als Paris. Demnach würde für dieſe Orte der Zeitunterſchied 40 Min. und der Bogen CD = 10° ſeyn.

Es erhellet hieraus, daß das ganze Problem von der Erfindung der Länge ſich auf die Frage bringen laſſe: **Man kennt die Zeit eines Orts; man fragt, welche Zeit es in demſelben Augenblicke an einem andern Orte iſt?** Der Unterſchied beyder Zeiten in Grade verwandelt (1 Min. für 15′ oder 4 Min. für einen Grad gerechnet), giebt den Unterſchied der Längen beyder Orte. Dieſe Frage ſcheint ſehr einfach; aber die große Schwierigkeit liegt in der Ausfindung eines Merkmals, woran ſich **gleichzeitige Augenblicke** an entlegnen Orten der Erde erkennen laſſen.

Signale durch Bomben, Raketen, Pulverentzündungen, Blendungen eines angezündeten Feuers u. dgl. dienen nur auf dem feſten Lande, und für nahe Orte, die freye Ausſichten haben. So iſt in der Gegend von London der Unterſchied der Längen der Sternwarte zu Greenwich und einiger andern Orte durch ſolche Mittel aufs genauſte beſtimmt worden. Zur See aber und in großen Entfernungen, wie es **Whiſton** und **Ditton** um das Jahr 1714

vorſchlugen, ſind dieſe Mittel völlig unbrauchbar; man muß vielmehr am Himmel ſolche Zeichen aufſuchen, die an ſehr verſchiedenen und entfernten Orten der Erdfläche in gleichen Augenblicken ſichtbar ſind.

Unter die hiezu brauchbaren Himmelsbegebenheiten gehören vorzüglich Anfang und Ende der Mondfinſterniſſe, Ein- und Austritte der Mondflecken in und aus dem Erdſchatten, Ein- und Austritte der Jupitersmonden in den Schatten ihres Hauptplaneten. Dieſe Erſcheinungen an zween Orten der Erde nach wahrer Zeit beobachtet, geben, ſobald ſie verglichen werden, den Zeitunterſchied der Meridiane. Folgendes Beyſpiel hiezu iſt aus **Heinſius** (Progr. de longitudine Lipſiae, 1755. 4.) genommen. Bey der Mondfinſterniß den 8. Aug. 1748. beobachteten den Eintritt des Mondflecken Tycho in den Schatten

	Uhr		
Heinſius zu Leipz.	11	16′	32″
Bouguer zu Paris	10	36	28
Unterſchied		40	4

Heinſius nimmt als ein Mittel aus mehrern Beobachtungen 40 Min. 3 Sec. an. Dies giebt den Unterſchied in Graden (4 Min. auf 1°gerechnet) = 10° 0′ 45″; alſo die Länge von Leipzig (wenn die von Paris = 20° geſetzt wird) 30° 0′ 45″.

Auch Sonnenfinſterniſſe, Bedeckungen der Fixſterne und Planeten vom Monde, Bedeckungen der Fixſterne von Planeten und Durchgänge der Venus und des Merkurs vor der Sonnenſcheibe können hiezu dienen. Dieſe Begebenheiten ſind zwar nicht jedem Orte in demſelben Augenblicke ſichtbar; ſie können aber durch Rechnung auf diejenigen Zeiten gebracht werden, in welchen man ſie vom Mittelpunkte der Erde aus in Zeit eines jeden Orts beobachtet haben würde.

Alle dieſe Mittel aber ſind verſchiedenen Beſchwerden und Ungewißheiten unterworfen, welche man zum Theil bey dem Worte: **Finſterniſſe** angeführt findet. Auf dem feſten Lande, wo man die Beobachtungen Jahre lang fort-

ſetzen und die bequemen Zeitpunkte dazu abwarten kan, laſſen ſich zwar alle erwähnte Erſcheinungen nützen, um den Unterſchied der Länge des Beobachtungsorts von andern nach und nach mit einiger Genauigkeit zu beſtimmen. Allein, wie weit man auch hierinn noch zurück ſey, lehren die Verzeichniſſe, in welche man die gefundenen Längen mehrerer Orte der Erde eingetragen hat. Das vollſtändigſte liefert die Berliner Sammlung aſtronomiſcher Tafeln (Berlin, 1776. III. B. 8) im erſten Bande, S. 43 u. f. ſo, daß die Länge von Paris = 20° geſetzt wird. Die Angaben der Länge von Leipzig ſind zwiſchen 29° 44′ 22″ und 30° 3′ 15″, daß man alſo hiebey noch faſt um 19′ im Bogen, oder um 1 Min. 16 Sec. Zeit ungewiß iſt. Auf **Mayers** kritiſcher Karte von Deutſchland iſt die Länge von Leipzig ſogar 30° 13′ angenommen.

Noch weit größere Schwierigkeiten hat die Erfindung der **Länge zur See, Meereslänge** (Longitudo maris ſ. maritima, *Longitude en mer*), eine der wichtigſten und berühmteſten Aufgaben, auf deren Auflöſung in Spanien, Holland, Frankreich und England beträchtliche Preiſe geſetzt worden ſind. In England wurden durch eine Parlamentsacte vom Jahre 1714 auf die Beſtimmung der Meereslänge bis auf einen Grad 10000, bis auf ⅔ Grad 15000 und bis auf ½ Grad 20000 Pfund Sterling geſetzt, und zur Beurtheilung der eingereichten Vorſchläge und Hülfsmittel beſtändige Commiſſarien ernannt. Dies hat ſo viele Bemühungen um dieſe Aufgabe veranlaſſet, daß es ihr faſt, wie der Quadratur des Kreiſes, ergangen iſt.

Mond- und Sonnenfinſterniſſe, Bedeckungen der Fixſterne und Durchgänge durch die Sonnenſcheibe ereignen ſich viel zu ſelten, als daß der Schiffer bey dem täglichen Bedürfniſſe, die Länge ſeines Orts zu wiſſen, daraus einen bedeutenden Vortheil ziehen könnte. Die Verfinſterungen der Jupitersmonden kommen zwar öfter vor; allein ſie ſetzen entweder eine gleichzeitige Beobachtung an einem andern Orte, oder ſehr richtige Tafeln voraus, aus welchen die Zeit ihrer Erſcheinung für einen beſtimmten Orte eben

ſo genau berechnet werden kan, als ob ſie daſelbſt wirklich beobachtet worden wäre. Die Wargentiniſchen Tafeln aber laſſen für die drey letzten Monden immer noch eine Ungewißheit von einer Zeitminute übrig; auch iſt Jupiter jährlich faſt zween Monate lang unter den Sonnenſtralen verborgen; und endlich macht das beſtändige Schwanken der Schiffe Beobachtungen durch Fernröhre von einiger Größe faſt unmöglich. Der von Irwin im Jahre 1760 deswegen angegebne Schwungſtuhl ward von Maſkelyne auf ſeiner Reiſe nach Barbados unbrauchbar befunden, und eben ſo gieng es im Jahre 1766 einer vom Abbé Rochon angegebenen Vorrichtung, durch welche man im Stande ſeyn ſollte, den Jupiter ſogleich wieder in das Geſichtsfeld des Fernrohrs zu bringen, wenn ihn das Schwanken daraus verrückt hätte.

Halley ſchlug zu Anfang dieſes Jahrhunderts die Abweichung der Magnetnadel als ein Mittel vor, die Meereslänge zu beſtimmen. Man kan über ſeine Bemühungen um dieſen Gegenſtand, zugleich aber auch über die Ungewißheit, in welcher ſich die Theorie deſſelben noch bis jetzt befindet, den Artikel: Abweichung der Magnetnadel nachſehen.

Bey dieſer Schwierigkeit aſtronomiſcher Beobachtungen zur See und der Unzulänglichkeit anderer Methoden hat man einen Gedanken erneuert, den ſchon Gemma Friſius um das Jahr 1530 geäußert hatte, die Länge durch Uhren oder Zeitmeſſer zu beſtimmen. Wenn man z. B. eine völlig gleichförmig gehende Uhr nach londner mittlerer Zeit ſtellt, und mit ſich nimmt, ſo wird ſie aller Orten londner mittlere Zeit zeigen, aus der man die londner wahre Zeit ohne Mühe haben kan, ſ. Gleichung der Zeit; es wird demnach zur See nichts weiter, als eine leichte aſtronomiſche Beobachtung z. B. von Sonnenhöhen, Sonnenaufgang, Sternhöhen u. dgl. erfordert, daraus die wahre Zeit des Orts gefunden werden kan; der Unterſchied der Zeiten giebt alsdann den Unterſchied der Längen. Dies war freylich bey der ehemaligen Unvollkommenheit der Uhren nicht auszuführen, und ſelbſt Huygens Verſuche mit

den erſten Pendeluhren im Jahre 1669 erfüllten auf der See die Erwartungen nicht; allein die Uhrmacherkunſt ſtieg bald ſo hoch, daß man ſchon vom Jahre 1726 an hoffen durfte, dem Zwecke durch Seeuhren von ſehr gleichförmigem Gange näher zu kommen.

Heinrich Sully, ein gebohrner Engländer, der ſich in Frankreich aufhielt, verfertigte um dieſe Zeit die erſte Seeuhr, ſtarb aber zu Bourdeaux, ohne ſie prüfen und verbeſſern zu können. Ihm folgte **John Harriſon**, ein engliſcher Zimmermann, der im Jahre 1736 eine Seeuhr zu Stande brachte, die er einen **Zeithalter** (Time Keeper) benannte. Dieſe ward auf einer Reiſe nach Liſſabon geprüft, und der Capitain **Roger Wills** gab ihr ein ſehr vortheilhaftes Zeugniß. Man unterſtützte hierauf den Künſtler, und gab ihm im Jahr 1749 die Ceplenſche Medaille, welche jährlich zur Belohnung der nützlichſten Erfindung vertheilt wird. Seit dieſer Zeit fuhr er unermüdet fort, an Verbeſſerung ſeiner Uhren zu arbeiten, und am 18 Nov. 1761. trat ſein Sohn **William Harriſon** mit einer neuen Seeuhr eine Reiſe nach Jamaica an. Dieſe Reiſe dauerte 81 Tage; man fand die Abweichung der Uhr im Hinweg nur 5 Sec., im Rückweg 1 Min. 54 Sec., welches im Bogen nicht mehr als 29′ 45″, alſo noch nicht ½ Grad Fehler giebt. **Harriſon** machte daher auf den ganzen Preis Anſpruch; allein die Commiſſion verwilligte ihm nur 2500 Pfund, und ſetzte das übrige auf eine zweyte Probe aus. Dieſe erfolgte 1764 auf einer Reiſe nach Barbados, wobey die Uhr binnen 6 Wochen um 54 Sec. oder nur 13′ 30″ im Bogen abwich. Das Parlament gab ihm nunmehr 10000 Pfund, und verlangte richtige und eidlich beſtärkte Zeichnungen und Beſchreibungen von dem Bau und Mechaniſmus des Zeithalters, die er zwar überreichte, zugleich aber wegen eines entſtandnen Verdachts drey Zeithalter zur Prüfung auf die Sternwarte zu Greenwich liefern mußte. **Maſkelyne** (An account of the going of Mr. Harriſon's watch at the royal Obſervatory from May 6. 1766. to March 4. 1767. London, 1767. gr. 4.), fand nun den Gang eben deſſen, der die Reiſe nach Barbados gethan

hatte, ſo ungleich, daß ſich Harriſon mit der erhaltenen Helfte des Preiſes begnügen mußte.

Die engliſchen Uhrmacher **Arnold** und **Kendal** verfertigten 1772 Seeuhren, letzterer nach Harriſons Art, Erſterer nach einer andern noch einfachern Einrichtung. **Cook** nahm drey von Arnold und eine von Kendal mit auf ſeine Reiſe gegen den Südpol, und die Aſtronomen **Wales** und **Bailly** (The original aſtronomical obſervations made in the courſe of a voyage towards the South-pole, and round the world, in the years 1772—1775.) urtheilten, daß man damit die Länge bis auf $\frac{1}{7}$—$\frac{1}{8}$ Grad beſtimmen könne.

In Frankreich wurden Seeuhren von **Berthoud** und **Le Roi** verfertiget, und unter der Aufſicht der Herren **Pingré** und **de Borda** auf einer Seereiſe geprüft. Ihr Irrthum ſoll in 6 Wochen nicht über einen halben Grad betragen haben, und die le Roiſche Uhr erhielt den Preiß, den die königliche Akademie der Wiſſenſchaften im Jahre 1773 auf dieſen Gegenſtand geſetzt hatte. **Berthoud** (Traité ſur les horloges marines, Paris, 1773. gr. 4.) hat die Einrichtung ſolcher Uhren ſehr umſtändlich und lehrreich beſchrieben.

Neuerlich haben die engliſchen Künſtler, vorzüglich durch Aufmunterung und Unterſtützung des churſächſiſchen Geſandten am londner Hofe, Herrn Grafens **von Brühl**, **Taſchenchronometer** oder **tragbare Zeithalter** von ganz ungemeiner Vollkommenheit zu verfertigen angefangen. Es kömmt hiebey auf Vermeidung des Einfluſſes der Temperatur in die Spiralfeder, und auf Bewirkung eines vollkommnen Iſochronismus ihrer Schwingungen an. **Thomas Mudge** hatte hierüber ſchon ſeit zwanzig Jahren gearbeitet, und theilte dem Herrn Grafen ein Modell eines freyen Stoßwerks (*Echappement libre*) mit, nach welchem derſelbe durch **Joſiah Emery** ein Taſchenchronometer verfertigen ließ, und deſſen Gang äußerſt ſorgfältig prüfte. Einen von **Mudge** ſelbſt verfertigten Zeithalter nahm der Admiral **Campbell** 1784 mit nach Newfoundland. Er gab nach einer Ueberfahrt von 4 Wochen die Länge von St.

John bis auf 6 Sec., und nach einer ziemlich ſtürmiſchen Rückreiſe wiederum bis auf 9 Sec. an (Three regiſtres of a pocket-chronometer and the obſervations, from which they were collected by *Count de Brühl* etc. London, 1785. 4.). Dieſe Genauigkeit überſteigt alles, was man ſonſt zu hoffen wagte, und verſpricht ungemein viel für die Schiffahrt und Verbeſſerung der geographiſchen Ortsbeſtimmungen.

Inzwiſchen bleibt auch die beſte Uhr mancherley Zufällen ausgeſetzt, und nie wird man gern Leben und Wohl der Seefahrer ganz allein einer Maſchine anvertrauen, bey welcher der geringſte unbemerkt eingeſchlichene Fehler mit der Zeit einen ſich anhäufenden großen Irrthum veranlaſſen kan. Zudem ſind auch die vollkommnen Seeuhren noch nicht ſo gemein; und man muß daher die aſtronomiſchen Beobachtungen noch immer als das allgemeinſte und brauchbarſte Mittel zur Beſtimmung der Meereslänge anſehen.

Da die Verfinſterungen, Bedeckungen u. dgl. ſo ſelten und ſchwer zu beobachten ſind, ſo hatte ſchon **Johann Werner**, ein Nürnberger, in ſeinen 1519 herausgekommenen Anmerkungen über das erſte Buch von Ptolemäus Geographie vorgeſchlagen, ſich der Diſtanzen des Monds von der Sonne oder von bekannten Fixſternen zu Erfindung der Längen zu bedienen. Solche Diſtanzen kan man in den meiſten Nächten meſſen, ſie ſind wegen der ſchnellen Bewegung des Monds, welche ſtündlich faſt $\frac{1}{2}°$ beträgt, ſehr veränderlich, und ſo läßt ſich aus ihnen, wenn man den Mondlauf genau kennt, ein Maaß der Zeit hernehmen. Eben dieſe Vorſchläge wurden von **Apianus** (Coſmographicus liber, Ingolſt. 1624. fol.), **Kepler**, **Morin** und Andern wiederholt; allein es fehlte damals noch zu ſehr an genauen Kenntniſſen des Mondlaufs und der Stellen der Fixſterne. Erſt durch **Flamſteads** und **Halley**'s Beobachtungen auf der Sternwarte zu Greenwich, und durch **Newton's** Mondstheorie ward der Grund zu wichtigen Verbeſſerungen dieſer noch fehlenden Stücke gelegt, und als noch **Hadley** im Jahre 1731 durch die vortrefliche Erfindung des Spie-

geloctanten die aſtronomiſchen Winkel- oder Diſtanzenmeſſungen zur See ſo ſehr erleichtert hatte, ſo fehlte es zu wirklicher Ausübung dieſer Methode nur noch an richtigen Mondstafeln. Dieſe lieferte endlich im Jahre 1755 (und verbeſſert 1760) der große und unermüdete göttingiſche Aſtronom **Tobias Mayer**. Man fand, daß ſie den Ort des Monds oft auf wenige Secunden, allemal aber auf 1′ richtig angaben, und das engliſche Parlament erkannte daher der mayeriſchen Wittwe eine Belohnung von 3000 Pfund Sterling zu.

Aus ſo genauen Tafeln läßt ſich finden, wie weit der Mond aus dem Mittelpunkte der Erde betrachtet, zu jeder londner Zeit, von den bekannteſten Sternen abſtehe. Wird nun zur See ein ſolcher Abſtand durch den Hadleyiſchen Octanten gemeſſen, und vermittelſt der zugleich gemeſſenen Höhen des Monds und Sterns auf den Mittelpunkt der Erde reducirt, ſo giebt deſſen Vergleichung mit den Tafeln die londner Zeit, aus deren Zuſammenhaltung mit der Zeit auf dem Schiffe der Unterſchied der Längen bekannt wird. **Maſkelyne** (The britiſh Mariner's Guide London, 1763. 4.), der dieſe Methode auf einer Reiſe nach St. Helena geprüft hat, empfiehlt ſie aufs dringendſte, und hat ſeit 1767 in dem jährlichen Nautical Almanac die Mondsabſtände von der Sonne und 7 — 8 Fixſternen für den greenwicher Meridian von 3 zu 3 Stunden nach Mayers Tafeln im Voraus berechnet, mitgetheilt, auch hat die Commiſſion ſchon 1766 dafür geſorgt, die dabey nöthigen Reductionen und Rechnungen durch Hülfstabellen zum Gebrauch der gemeinen Seeleute zu erleichtern, und in eine Art von Routinrechnung zu verwandeln.

Leadbetter, **Pingré** und **Bouguer** haben die Mondshöhen zu ähnlichem Gebrauche vorgeſchlagen; allein Theorie und Erfahrung geben der Diſtanzenmethode einſtimmig den Vorzug.

Briſſon Dict. raiſ. de Phyſique art. *Longitude.*

Bode Erläut. der Sternkunde, Zweyter Theil, §. 688. u. f.

v. Zach über die geographiſche Ortsbeſtimmung in Canzlers

und Meißners Quartalſchrift für ält. Litt. u. neuere Lectüre, Dritten Jahrgangs, 5tes u. 7tes Heft.

Lampe, elektriſche, Brennluftlampe, *Lampe électrique, Lampe à air inflammable.* Eine Vorrichtung, mit deren Hülfe man einen Strom von brennbarer Luft durch einen elektriſchen Funken entzünden, und dadurch ſehr leicht und ſicher, ohne irgend ein anderes Feuerzeug, ein Licht anbrennen kan. Da die Phyſik durch jede Anwendung zum Gebrauche des häuslichen Lebens eine Empfehlung mehr erlangt, ſo ſind Erfindungen dieſer Art nicht eben als bloße Spielwerke zu betrachten.

Die Entdeckung, daß ſich die brennbare Luft durch den elektriſchen Funken entzünden laſſe, gab Herrn **Fürſtenberger**, einem geſchickten Kenner der Phyſik zu Baſel, zu der erſten Erfindung einer elektriſchen Lampe Gelegenheit. Es beſteht dieſelbe, Taf. XIII. Fig. 95. aus zween gläſernen Gefäßen, wovon das untere A der brennbaren Luft zum Behältniſſe dient, das obere B aber mit Waſſer gefüllt wird. Am untern Gefäße iſt bey C ein meſſingener Ring angeküttet. Die Hälſe beyder Gefäße ſind mit meſſingnen Kappen D und H verſehen, welche durch die Röhre E mit einander in Gemeinſchaft ſtehen. Durch dieſe Röhre geht der Hahn R, der, wenn er geöfnet wird, das Waſſer aus B durch eine enge Glasröhre f in das untere Gefäß A auslaufen läßt. An die Kappe D iſt der Seitencanal g g mit dem Hahne S angelöthet. So wie ſich nun das Waſſer aus B in A durch f ergießt, ſo wird die in A befindliche brennbare Luft durch g g herausgetrieben. Der Canal g g endigt ſich oben in die meſſingene Röhre K, welche eine enge Mündung hat. Eben dieſen Canal umgiebt der hölzerne Teller ll, auf welchem zwo hölzerne Säulen L L ſtehen, die ſich um ihre Axe drehen laſſen. Auf der einen Säule liegt eine meſſingene Hülſe m, auf der andern eine gläſerne n. Durch jede dieſer Hülſen laſſen ſich meſſingne Stäbchen o o ſchieben, deren innere Enden ſtumpf, die äußern aber in Häckchen umgebogen ſind, um Dräthe oder Ketten anzuhängen. An dem Stäbchen, welches durch

m geht, hängt die Kette s herab, die man mit dem Hacken r an den Canal gg anhängen kan. Die Kappe D iſt durch den aufgeleimten Stanniolſtreif v mit dem Ringe C verbunden. Wenn nun das ganze Inſtrument uniſolirt auf dem Tiſche oder Boden ſteht, ſo iſt das Stäbchen m o mit dem Erdboden verbunden, und es entſteht ein Funken zwiſchen beyden Stäbchen, wenn man n o durch einen Drath oder eine Kette mit dem Conduktor einer Maſchine, mit dem aufgehobnen Deckel eines geriebnen Elektrophors u. ſ. w. verbindet, oder auch durch irgend ein anderes Mittel einen Funken auf das angehangne Kügelchen q ſchlagen läßt.

Um nun dieſe Lampe zu gebrauchen, ſtellt man die Stäbchen o o ſo, daß ihre Enden etwa $1\frac{1}{2}$ Lin. weit aus einander ſtehen, und daß der zwiſchen ihnen entſtehende Funken nahe über der Mündung der Röhre K hingehen muß. Man füllt alsdann das obere Gefäß mit Waſſer, das untere mit brennbarer Luft, ſetzt beyde mit verſchloßnen Hähnen gehörig an einander, und öfnet zuerſt den Hahn R, damit durch die enge Oefnung f etwas Waſſer auslaufen kan, wodurch die brennbare Luft ein wenig zuſammengedrückt wird. Alsdann öfnet man auch den Hahn S, damit dieſe Luft durch die Mündung der Röhre K ausſtröme. Unmittelbar darauf läßt man zwiſchen beyden Stäbchen m o und n o einen elektriſchen Funken entſtehen, welcher den Strom der brennbaren Luft und durch dieſen einen daran gehaltnen Wachsſtock entzündet. Soll die Flamme auslöſchen, ſo wird zuerſt der Hahn S, und dann auch R, wiederum verſchloſſen.

Die leichteſte Art, den elektriſchen Funken zu erregen, iſt dieſe, daß man die an n o hängende Kette mit dem Deckel eines geriebnen Elektrophors verbindet. Berührt man alsdann dieſen Deckel, und zieht ihn auf, ſo wird in eben dem Augenblicke der Funken zwiſchen m o und n o entſtehen.

So iſt dieſe Erfindung des Herrn **Fürſtenberger** von **Ehrmann** (Deſcription et uſage de quelques lampes à air inflammable, à Strasbourg, 1780. Beſchreibung und Gebrauch einiger elektriſchen Lampen, a. d. Frz. Strasburg,

1780. 8.) beſchrieben worden. **Brander** in Augsburg verfertigte um eben dieſe Zeit elektriſche Lampen, bey welchen die Röhre zwiſchen beyden Gefäßen durch einen auf das untere geſteckten Korkſtöpſel hindurch gieng. Dieſe ſind noch früher, als die Fürſtenbergeriſchen von **Weber** (Beſchreibung des Luftelektrophors, Augsburg, 1778. 8.) bekannt gemacht worden. Brander verbeſſerte ſie in der Folge, indem er dem obern Gefäße eine Oefnung gab, um den Ausfluß des Waſſers durch den Druck der Luft zu befördern, den Seitencanal aber nicht an dem Zwiſchenrohre, ſondern am untern Behälter ſelbſt anbrachte, wovon man die Beſchreibung beym **Ehrmann** (§. 9. und Fig. 2.) findet.

Die ſchicklichſte Einrichtung aber iſt dieſem Werkzeuge von Herrn de **Gabriel** in Strasburg gegeben worden. Sie iſt dem Heronsbrunnen ähnlich, und wird Taf. XIII. Fig. 96. und 97. vorgeſtellt. A, B ſind die Gefäße mit den meſſingenen Kappen K, L, welche in die Büchſe des Hahns R luftdicht eingeſchraubt werden können. In dieſem Hahne ſind zwey Löcher g, h, Fig. 97., parallel und auf die Axe ſenkrecht gebohrt. Dieſe zwey Löcher paſſen auf zwo Röhren i und m, wovon die erſte an den obern Theil der Hahnenbüchſe angeſchraubt und mit dem Aufſatzrohre l, Fig. 96. verſehen iſt, die andere aber von dem untern Theile der Büchſe bis nahe an den Boden des untern Gefäßes herabgeht. Dieſes Gefäß hat einen meſſingenen Fuß C, in deſſen Mitte ſich eine Oefnung N befindet, welche, wenn die brennbare Luft dadurch in das Gefäß gebracht worden iſt, mit einer Lappenſchraube luftdicht verſchloſſen werden kan. Die Vorrichtung zu Erregung des elektriſchen Funkens iſt, wie bey der vorigen Lampe, und ſteht auf der meſſingenen Scheibe O O, welche in einen auf B angebrachten Reif ſchließt. Eine der beyden Säulen hat einen gläſernen Schaft v. Der an dem Ende ihres Stäbchens befindliche Knopf w kömmt entweder unmittelbar oder durch eine Kette mit dem elektriſirten Conductor der Maſchine, dem Deckel des Elektrophors oder dergl. in Verbindung. Die andere Säule, die nicht iſolirt iſt, lei-

tet die Elektricität an die Metallſcheibe O O, welche durch eine Kette mit dem Fußboden verbunden werden kan.

D. Ingenhouß (Beſchreibung einer Brennluftlampe, in ſ. Vermiſchten Schriften, überſ. und herausg. von Molitor, Wien, 1784. gr. 8. I. Th. S. 213. u. f.) hat an dieſer Lampe noch verſchiedene Verbeſſerungen angebracht. Zu leichterer Einfüllung der Brennluft giebt er dem Boden des untern Gefäßes eine trichterförmige Geſtalt. Den elektriſchen Funken zu leiten, dient eine von zwoen iſolirenden Stützen N, O, Taf. XIII. Fig. 98. gehaltene metalliſche Stange G, welche den Funken auf die Spitze des metalliſchen Hakens H überführt. So fährt er durch die aus D aufſteigende Säule der brennbaren Luft, ſetzet ſie in Feuer und entzündet den Dacht der Wachskerze I. Der Haken H iſt mit dem Erdboden durch das Gefäß ſelbſt, nemlich durch die metallnen Röhren, das Waſſer, und den meſſingnen Boden des untern Gefäßes verbunden. Das Loch Q dient, um das obere Gefäß mit Waſſer zu füllen. Endlich iſt an den Hahn ſelbſt eine Scheibe angebracht, um deren Peripherie eine daran befeſtigte ſeidne Schnur herumgeht, deren Ende L an eine meſſingene Kette gebunden iſt. Dieſe Kette wird über eine an der Stange G befeſtigte Rolle K gezogen, und ihr anderes wieder herabgehendes Ende trägt den Deckel des Elektrophors. Auf dieſe Art hebt ſich beym Umdrehen des Hahns durch das Anziehen der Schnur und Kette der Deckel von ſelbſt auf, und der Funken entſteht ſogleich, wenn der Hahn aufgedrehet iſt. Hiebey hat man alſo, um ſogleich und zu jeder Zeit Licht zu haben, nur eine Hand nöthig; d. i. man hat nichts zu thun, als den Deckel, oder auch nur die Kette, zu berühren, und dem Hahne die Wendung zu geben. Dieſe Veranſtaltung, die das ganze Werkzeug höchſt einfach macht, iſt eine Erfindung des Herrn Pickel in Würzburg. Den Hahn M, Fig. 98., hat D. Ingenhouß hinzugeſetzt. Er wird verſchloſſen, wenn man die Lampe nicht braucht, damit ſich die im Rohre befindliche Brennluft nicht in die Atmoſphäre zerſtreue, und beym Gebrauche ſelbſt gleich das erſte, was aus der Mündung ausſtrömt, brennbare Luft ſey.

Herr **Ehrmann** (§. 11. und Fig. 4.) beſchreibt noch eine von ihm und ſeinem jüngern Bruder ausgedachte Einrichtung dieſer Lampe. Dabey wird das mit Brennluft gefüllte Gefäß in ein anderes Gefäß mit Waſſer geſtellt. Wenn man den Hahn öfnet, ſo dringt das Waſſer durch eine im Boden des erſtern Gefäßes befindliche Klappe ein, und treibt die brennbare Luft durch das Aufſatzrohr hinaus. **Langenbucher** (Beſchreibung einer beträchtlich verbeſſerten Elektriſirmaſchine, Augsb. 1780. 8. S. 221. u. f.) hat dieſen Lampen ebenfalls noch einige Abänderungen gegeben, und **Donndorf** (Lehre von der Elektricität. Erfurt, 1784. gr. 8. II. B. S. 867.) beſchreibt eine der langenbucheriſchen ähnliche, die er von Hrn. Prof. **Stegmann** aus Caſſel bekommen hatte, und deren Einrichtung ſehr einfach iſt.

Beym Gebrauche dieſer Lampen muß man mit äußerſter Vorſicht verhüten, daß ſich mit der im untern Gefäße eingeſchloßnen Brennluft keine gemeine Luft vermiſche, weil dadurch eine Knall-Luft entſtehen würde, welche beym Anzünden Feuer fangen und das Gefäß mit den unglücklichſten Folgen zerſchmettern könnte. Man muß daher dieſes Werkzeug nie durch Unerfahrne oder wenig unterrichtete Leute behandeln laſſen, auch die Mündung des Aufſatzrohrs jederzeit ſehr eng machen. D. **Ingenhouß** glaubt inzwiſchen, daß die von ihm beſchriebne Lampe einem ſolchen Unglücke wenig oder gar nicht unterworfen ſey, weil die Flamme erſtickt werden würde, ehe ſie den langen Weg von der engen Oefnung durch die ganze Röhre hindurch bis in das untere Behältniß zurücklegen könnte. Die Verſuche haben ihn gelehrt, daß man eine Knall-Luft dieſer Art unter ſolchen Umſtänden durch den elektriſchen Funken niemals zur Exploſion bringen könne.

Er erinnert noch, daß es nöthig ſey, das Waſſer in dem obern Gefäße allezeit in einer gewiſſen Höhe zu erhalten, damit deſſen Fall durch die Röhre in das untere Behältniß Gewalt genug habe, um die brennbare Luft in die Höhe zu treiben, und durch die Röhre herauszuſtoßen.

Ehrmann Beſchreibung und Gebrauch einiger elektriſcher Lampen, a. d. Frz. mit einer Kupfertafel. Straßburg, 1780. 8.
Joh. Ingenhouß vermiſchte Schriften phyſiſch-mediciniſchen Inhalts, überſ. und herausg. v. Molitor, Wien, 1784, gr. 8. Erſter Band. S. 213 u. f.

Lampen, Lampades, *Lampes*. Etwas von der Theorie der Lampen und Kerzen findet man bey dem Worte: **Flamme**, wo beſonders gezeigt wird, warum hiebey der Dacht nothwendig ſey. Die Erzeugung einer recht hellen und reinen Flamme hängt vornehmlich davon ab, daß das Oel an der Stelle, wo es brennen ſoll, ſo viel möglich, von allen Seiten her erhitzt und vollkommen zerſetzt werde. Die gemeinen Dachte, welche maſſive Cylinder ſind, leiſten dies nicht vollkommen, weil ſie der Luft, die zur Verbrennung nothwendig iſt, zu wenig Oberfläche darſtellen. Man hat daher ſchon längſt bandförmige Dachte empfohlen, deren Geſtalt der Luft mehr Oberfläche ausſetzt, als die cylindriſche. Alſtrömer (Verſuche mit bandförmigen Lampendachten, welche nicht rauchen, in den neuen ſchwed. Abhdl. für das Jahr 1784. Num. 22.) fand dieſelben ſehr vortheilhaft, beſonders wenn ſie fein waren und das rechte Maaß im Ausziehen beobachtet ward. Sie rauchten gar nicht, weil der freye Zutritt der Luft die Hitze allenthalben ſo verſtärkte, daß ſie die brennbare Materie ganz zu zerſetzen im Stande war. Denn der Mangel an Hitze verurſacht mehr Rauch; daher auch ausgeblaſene Lampen ſo ſtark dampfen. Die von Alſtrömer gebrauchten Dachte ſind von Baumwolle, und geben außer der ſchönen gleichförmigen Helle auch eine ungemeine Erſparung von Brennſtoff.

Noch glücklicher aber war der Gedanke des Herrn **Argand** aus Genf, zu den Lampen **hohle** cylindriſche Dachte zu gebrauchen, in deren innerer Höhlung beym Brennen ein beſtändiger Luftzug unterhalten wird. Dieſe Lampen wurden um das Jahr 1783 bekannt, und ihr Erfinder erhielt über die Verfertigung derſelben in England ein ausſchließendes Privilegium auf 14 Jahre. Ihre wichtigſten Vorzüge ſind: eine große Helligkeit, Abweſenheit von

allem Dampf, Erſparung von Oel und Leitung der ſchädlichen Luft nach der Decke des Zimmers. Man überſieht es bald, daß die Urſache aller dieſer Vortheile in der durch den Zutritt der Luft unterhaltenen großen Hitze und gänzlichen Zerſetzung der brennenden Materie liegt. Herr de Lüc hat ſeine Theorie der Verbrennung, (ſ. Flamme) durch dieſe Lampe ſo ſinnreich erläutert, daß ich nicht umhin kan, noch etwas hievon mitzutheilen.

Nach Herrn de Lüc wird beym Verbrennen die dephlogiſtiſirte Luft, welche hiebey immer geſchäftig iſt, entweder nur verändert oder völlig zerſetzt. Im erſten Falle ſcheint ſie die zu Erzeugung der brennbaren Luft nothwendige ſchwere Subſtanz aufzunehmen; dadurch entbindet ſich das Feuer, ohne brennbare Luft zu bilden, und man findet anſtatt der dephlogiſtiſirten Luft, fixe. Im zweyten Falle aber, wenn die Hitze dazu ſtark genug iſt, zerſetzt ſich die entwickelte brennbare Luft mit der dephlogiſtiſirten völlig, und die Erzeugung des Feuers iſt dann ſehr groß. Wenn im brennenden Körper ſelbſt eine große Hitze unterhalten wird, ſo iſt dieſelbe ein kräftiges Mittel zu Erzeugung neuer Wärme, weil dabey eine Zerſtörung der dephlogiſtiſirten Luft, ſtatt ihrer bloßen Verwandlung in fixe, vorgeht.

Die lebhafte Flamme ohne Rauch in der d'Argandiſchen Lampe ſcheint ein Zeichen von der gänzlichen Verwandlung des Oels in brennbare Luft und von der Zerſtörung dieſer Luft mit der dephlogiſtiſirten im Luftkreiſe, zu geben. Stellt man das Auge gleich hoch mit dem kreisförmigen Dachte, ſo ſieht man zwiſchen ihm und der Flamme einen völlig durchſichtigen Raum, durch den ſich die Gegenſtände weit beſſer, als durch eine Glasröhre, zeigen. Dieſer Raum nemlich wird von der reinen brennbaren Luft eingenommen, die ſich aus dem Dachte ſchnell erhebt, aber ſobald ſie die dephlogiſtiſirte Luft in und außerhalb des Dachts antrifft, ſich mit derſelben zerſetzt. Dies erzeugt die ſchöne Flamme, deren kreisförmiger Strom mit brennbarer Luft umkränzt iſt. Beyde Luftarten verwandeln ſich durch die Zerſetzung in Waſſer, welches man durch Auffe-

zung eines Helms mit einem Schnabel aufſammeln kan, und deſſen Menge weit mehr beträgt, als daß man es für das vorher im Oele enthaltene Waſſer halten könnte.

Das Matte der gemeinen Lichter kömmt daher, weil bey ihnen die dephlogiſtiſirte Luft nur in fixe verwandelt wird; denn hiedurch entſteht weniger Feuer, und die Erneuerung der Luft geſchieht, weil die fixe Luft zu ſchwer iſt, nicht ſchnell genug. Wenn aber reine brennbare Luft hervorgebracht wird, wenn durch ihre Zerſetzung mit der dephlogiſtiſirten ein heißer Waſſerdunſt an ihre Stelle tritt, ſo bringt die Entbindung deſſelben ein beſtändiges ſchnelles Aufſteigen der Luft, mit der er ſich vermiſcht, hervor, und die Luft erneuert ſich um die Flamme herum, nach Verhältniß dieſer Geſchwindigkeit. Der gläſerne Rauchfang, den Hr. d'Argand über ſeinen Lampen anbringt, veranlaßt nicht nur einen Luftſtrom um die Flamme herum, ſondern beſchleunigt auch denjenigen, der im Innern des hohen Dachts bewirkt wird.

Bey den gewöhnlichen Lampen und Lichtern macht auch die fixe Luft, die ſich abwärts ſenkt, in ſtark erleuchteten Zimmern die Luft ungeſund. Bey den d'Argandiſchen Lampen hingegen wird die ſchädliche Luft immer nach der Decke des Zimmers ſteigen und durch die obern Oefnungen entweichen, indeß friſche Luft durch die untern Oefnungen eindringen kan. Durch gehörig vertheilte Oefnungen würde man ſogar dieſe Wirkung noch mehr befördern können, und alſo durch die Urſache ſelbſt, welche ſonſt die Luft verdirbt, gute Ventilatoren erhalten, daß alſo Hr. d'Argand, dieſer Theorie zufolge, durch ſeine Lampen der Geſellſchaft einen großen Dienſt erwieſen hat.

de Lüc Neue Ideen über die Meteorologie, Th. I. S. 131. u. f.

Landkarten, Mappae geographicae, *Mappes geographiques*. Verzeichnungen der Erdfläche, oder einzelner Theile derſelben auf ebnen Flächen. Die die ganze Erdflächen darſtellen, heißen **Planiſphäre, Planiglobien, Univerſalkarten**, (Planiſphaeria, Planiglobia, *Planiglobes, Mappemondes*) die von einzelnen Theilen Gene-

ralkarten, Specialkarten, topographiſche Karten u. ſ. w.

Iſt das vorzuſtellende Land ein ſehr kleiner Theil der Kugelfläche, ſo wird es als eine Ebne ABCD (Taf. XIII. Fig. 99.) angeſehen, welche zween Meridianbogen AC, BD und zween Parallelkreisbogen AB, CD begrenzen. Dieſe kleinen Bogen werden als gerade Linien vorgeſtellt, und ſchließen alſo die ganze Karte, als Seiten eines Vierecks, ein. Man theilt die Seiten AC und BD in Theile, welche für Minuten eines größten Kreiſes angenommen werden (in der Figur faßt jede Seite einen Grad von 51°—52° Breite), und giebt den Theilen von AB und CD die Größen, welche den Minuten der Parallelkreiſe unter den Breiten A und B zukommen, und durch die Formel

Grad d. Parallels = Grad des Merid. × coſ. Breite ausgedrückt werden, ſ. **Parallelkreiſe**. So würde hier jeder Theil von AB = 0,6293204; von CD = 0,6156615 eines Theils von AC ſeyn. Dieſe Theile werden, vom Mittel F und E aus zu beyden Seiten fortgetragen, die Minuten der Parallelkreiſe auf AB und CD angeben. In der Figur fällt das Mittel E auf die Länge 30°, und es ſind wegen des allzugeringen Unterſchieds die Theile auf CD eben ſo groß, als auf AB angenommen. Sind nun für zween Orte die geographiſchen Längen und Breiten bekannt, wie z. B.

	Länge	Breite
für Leipzig	30° 0′ 0	51° 19′ 41″
für Wittenberg	30 13 30	51 43 10,

ſo läßt ſich für jeden die Länge auf AB und CD, die Breite auf AC und BD aufſuchen, und durch gerade Linien verbinden, deren Durchſchnittspunkte L und W die Stellen der Orte ſelbſt geben. Der Abſtand der Orte LW kan alsdann nach Theilen der Seite AC gemeſſen werden, wo $\frac{1}{15}$ Grad oder vier Minuten eine **geographiſche Meile** geben. Iſt der Abſtand eines dritten Orts von beyden vorigen bekannt (z. B. iſt Halle von Leipzig $4\frac{1}{2}$, von Wittenberg $7\frac{1}{2}$ geogr. Meile entfernt) ſo läßt ſich aus den drey bekannten Seiten das Dreyeck LWH verzeichnen, und H die Stelle

des dritten Orts finden. Die Weltgegenden liegen hiebey ſo, daß oben Mitternacht, unten Mittag, zur Linken Abend, zur Rechten Morgen fällt. Man kan alſo die Stelle von H auch beſtimmen, wenn man weiß, nach welcher Weltgegend, und wie weit es von L liege, oder nach welchen Weltgegenden es von L und W liege, u. ſ. w.

Dieſe Art der Verzeichnung iſt bey größern Stücken der Erdfläche, wo die Kugelgeſtalt merklicher wird, nicht mehr anwendbar. Hiebey muß man die krumme Fläche nach den Geſetzen der Perſpectiv auf die Ebne entwerfen. Da hiebey vielerley Stellungen des Auges und Lagen der Projectionstafel möglich ſind, ſo geben die geographiſchen Schriftſteller, z. B. **Varenius** in der Geogr. Generali, eine große Anzahl verſchiedener Projectionen an. Die beſte unter allen wird diejenige ſeyn, welche die Geſtalt der Länder, die Entfernungen der Orte, und die Verhältniſſe der Flächenräume am wenigſten ändert, auch das, was auf der Kugel in einem größten Kreiſe liegt, auf der Karte, ſoviel möglich, in gerade Linien oder doch in Kreisbogen bringt. Dieſe Bedingungen werden am beſten durch die **ſtereographiſche Horizontalprojection** erfüllt, welche zwar ſchon beym **Ptolemäus** unter dem Namen Aſtrolabium, ingleichen beym **Varenius** (no. 8.) vorkömmt, vornehmlich aber von dem großen Verbeſſerer der Landkarten, **Joh. Matthias Haſe**, Prof. zu Wittenberg, (Sciagraphia tractatus de projectionibus, Lipſ. 1717. 4.) empfohlen, und bey einigen größern Karten der homanniſchen Officin, auch von der koſmographiſchen Geſellſchaft bey den Karten des ſogenannten Geſellſchaftsatlas gebraucht worden iſt.

Man ſtellt ſich dabey das Mittel des Landes, das man verzeichnen will, als den unterſten Punkt der Erdkugel C, Taf. XIII. Fig. 100. vor, zieht dadurch einen Durchmeſſer CO, und ſetzt auf ſelbigen durch der Erde Mittelpunkt c einen größten Kreis AB ſenkrecht. Dieſer iſt die Tafel; das Auge ſteht in O, ſieht in die Höhlung der Kugel, und der Punkt G kömmt alſo auf der Karte in g zu ſtehen, wo die Geſichtslinie GO ſich mit der Ebne der Ta-

ralkarten, Specialkarten, topographiſche Karten u. ſ. w.

Iſt das vorzuſtellende Land ein ſehr kleiner Theil der Kugelfläche, ſo wird es als eine Ebne ABCD (Taf. XIII. Fig. 99.) angeſehen, welche zween Meridianbogen AC, BD und zween Parallelkreisbogen AB, CD begrenzen. Dieſe kleinen Bogen werden als gerade Linien vorgeſtellt, und ſchließen alſo die ganze Karte, als Seiten eines Vierecks, ein. Man theilt die Seiten AC und BD in Theile, welche für Minuten eines größten Kreiſes angenommen werden (in der Figur faßt jede Seite einen Grad von 51°—52° Breite), und giebt den Theilen von AB und CD die Gröſſen, welche den Minuten der Parallelkreiſe unter den Breiten A und B zukommen, und durch die Formel

Grad d. Parallels = Grad des Merid. × coſ. Breite ausgedrückt werden, ſ. **Parallelkreiſe**. So würde hier jeder Theil von AB = 0,6293204; von CD = 0,6156615 eines Theils von AC ſeyn. Dieſe Theile werden, vom Mittel F und E aus zu beyden Seiten fortgetragen, die Minuten der Parallelkreiſe auf AB und CD angeben. In der Figur fällt das Mittel E auf die Länge 30°, und es ſind wegen des allzugeringen Unterſchieds die Theile auf CD eben ſo groß, als auf AB angenommen. Sind nun für zween Orte die geographiſchen Längen und Breiten bekannt, wie z. B.

	Länge	Breite
für Leipzig	30° 0′ 0	51° 19′ 41″
für Wittenberg	30 13 30	51 43 10,

ſo läßt ſich für jeden die Länge auf AB und CD, die Breite auf AC und BD aufſuchen, und durch gerade Linien verbinden, deren Durchſchnittspunkte L und W die Stellen der Orte ſelbſt geben. Der Abſtand der Orte LW kan alsdann nach Theilen der Seite AC gemeſſen werden, wo $\frac{1}{15}$ Grad oder vier Minuten eine **geographiſche Meile** geben. Iſt der Abſtand eines dritten Orts von beyden vorigen bekannt (z. B. iſt Halle von Leipzig $4\frac{1}{2}$, von Wittenberg $7\frac{1}{2}$ geogr. Meile entfernt) ſo läßt ſich aus den drey bekannten Seiten das Dreyeck LWH verzeichnen, und H die Stelle

des dritten Orts finden. Die Weltgegenden liegen hiebey ſo, daß oben Mitternacht, unten Mittag, zur Linken Abend, zur Rechten Morgen fällt. Man kan alſo die Stelle von H auch beſtimmen, wenn man weiß, nach welcher Weltgegend, und wie weit es von L liege, oder nach welchen Weltgegenden es von L und W liege, u. ſ. w.

Dieſe Art der Verzeichnung iſt bey größern Stücken der Erdfläche, wo die Kugelgeſtalt merklicher wird, nicht mehr anwendbar. Hiebey muß man die krumme Fläche nach den Geſetzen der Perſpectiv auf die Ebne entwerfen. Da hiebey vielerley Stellungen des Auges und Lagen der Projectionstafel möglich ſind, ſo geben die geographiſchen Schriftſteller, z. B. **Varenius** in der Geogr. Generali, eine große Anzahl verſchiedener Projectionen an. Die beſte unter allen wird diejenige ſeyn, welche die Geſtalt der Länder, die Entfernungen der Orte, und die Verhältniſſe der Flächenräume am wenigſten ändert, auch das, was auf der Kugel in einem größten Kreiſe liegt, auf der Karte, ſoviel möglich, in gerade Linien oder doch in Kreisbogen bringt. Dieſe Bedingungen werden am beſten durch die **ſtereographiſche Horizontalprojection** erfüllt, welche zwar ſchon beym **Ptolemäus** unter dem Namen Aſtrolabium, ingleichen beym **Varenius** (no. 8.) vorkömmt, vornehmlich aber von dem großen Verbeſſerer der Landkarten, **Joh. Matthias Haſe**, Prof. zu Wittenberg, (Sciagraphia tractatus de projectionibus, Lipſ. 1717. 4.) empfohlen, und bey einigen größern Karten der homanniſchen Officin, auch von der koſmographiſchen Geſellſchaft bey den Karten des ſogenannten Geſellſchaftsatlas gebraucht worden iſt.

Man ſtellt ſich dabey das Mittel des Landes, das man verzeichnen will, als den unterſten Punkt der Erdkugel C, Taf. XIII. Fig. 100. vor, zieht dadurch einen Durchmeſſer CO, und ſetzt auf ſelbigen durch der Erde Mittelpunkt c einen größten Kreis AB ſenkrecht. Dieſer iſt die Tafel; das Auge ſteht in O, ſieht in die Höhlung der Kugel, und der Punkt G kömmt alſo auf der Karte in g zu ſtehen, wo die Geſichtslinie GO ſich mit der Ebne der Ta-

ſel ſchneidet. Stereographiſch heißen alle Projectionen einer Kugel, wobey das Auge in der Oberfläche derſelben ſteht, und weil hier der Kreis AB der wahre Horizont von C iſt, ſ. Horizont, ſo iſt daher der angeführte Name entſtanden. Der Punkt C ſelbſt wird in c vorgeſtellt, und wenn CG, des Orts G Abſtand vom Mittel, in Graden des größten Kreiſes bekannt iſt, ſo wird die gerade Linie

$$cg = Oc \times \text{tang.}\, O = Oc \times \text{tang.}\, \tfrac{1}{2}\, CG.$$

Aus dieſem Satze fließen die Regeln der Verzeichnung, welche **Käſtner** (Theoria projectionis ſtereogr. horiz. in Diſs. mathem. et phyſ. Altenb. 1771. 4. no. XII. p. 80, Additament. in Comm. Nov. Soc. Gott. ad ann. 1769 et 1770. p. 138), **Lambert** (Beytr. zum Gebrauche der Math. III. Theil, S. 105.), und **Karſten** (Lehrbegriff der geſammt. Math. VII. Theil, Greifsw. 1775. S. 707 u. f.) umſtändlicher erklären. Den Namen der **ſtereographiſchen Projection** hat **Aguilonius** (Opticorum libri ſex. Antverp. 1612.) zuerſt eingeführt.

Abriſſe von Ländern werden ſchon in der alten Geſchichte des jüdiſchen Volks (Joſua, Cap. 18. v. 4. 5.) erwähnt. Nach der Erzählung des **Diogenes Laertius** (L. II. c. 2.) und **Plinius** (H. N. VII. 56.) ſoll unter den Griechen zuerſt **Anaximander** Zeichnungen der damals bekannten Länder gemacht haben. Mehrere, eie ſich damit beſchäftigten, führen **Fabricius** (Biblioth. graeca, C. IV. c. 2. u. c. 14.) und **Cellarius** (Notit. orbis antiqui, p. 4 et 5.) an. Bey den Römern wurden den triumphirenden Feldherren Zeichnungen der eroberten Provinzen vorgetragen, und ſowohl in Rom (*Varro* de re ruſt. c. 12.) als auch in den Provinzen (*Eumenii* orat. ad praef. Gall. in Panegyr. veter. c. 20.) befanden ſich Vorſtellungen von der Oberfläche der Erde. Eine Probe davon iſt die **peutingeriſche Tafel**, welche zu Ende des vierten Jahrhunderts n. C. G. verfertigt, im 15ten Jahrhunderte von **Conrad Celtes** in einem Kloſter gefunden, von dem Augſpurgiſchen Patricier **Conrad Peutinger** erkauft, und von **Marcus Welſer** (Venet. 1591. 4.) herausgegeben ward. Sie kam in der Folge in die Bücherſammlung des Prinzen Eugen, und

mit dieſer in die kaiſerliche Bibliothek, aus welcher ſie Herr von Scheyb (Tabula Peutingeriana itineraria etc. Vindob. 1753. fol.) herausgegeben hat. Sie iſt jedoch mehr ein Verzeichniß von Namen und Diſtanzen der Orte (Itinerarium), als eine eigentliche Landkarte.

Zu des **Ptolemäus** Geographie verfertigte der Alexandriner **Agathodämon** 26 Karten, welche Europa in 10, Afrika in 4, Aſien in 12 Blättern vorſtellten. Dies macht eine Strecke aus, die von Oſten nach Weſten etwa doppelt ſo groß iſt, als von Norden nach Süden, daher auch die Namen **Länge** und **Breite** kommen. Sie begreift in der Breite 84, in der Länge 124 Grad, die aber hier unrichtig bis auf 180° ausgedehnt werden. Gegen Norden geht der äußerſte Parallel durch den 64ſten Grad; die Zeichnung endigt ſich mit einer kleinen Inſel über Britannien, **Thule**, und der Beyſchrift: Mare hyperboreum. Rußland und ein Theil von Polen fehlen gänzlich. Die weſtliche Küſte von Afrika geht bis 6½ Grad nördlicher, aber die öſtliche bis 12½° ſüdlicher Breite an das Vorgebirge **Praſium**. Aſien endigt ſich gegen Oſten mit der Küſte **Camboja**, welche unterhalb der Linie fortgeht, ſich nach Weſten wendet, und bey dem Vorgebirge Praſium mit Afrika zuſammen hängt. Der am weitſten nach Süden und Oſten bemerkte Ort iſt **Cattigara**, welches mit dem heutigen Ponteamas in Indien übereinzukommen ſcheint.

Aus dieſen alten Karten ſind durch allmählige Verbeſſerungen die heutigen entſtanden. **Sebaſtian Münſter** (Coſmographia, Baſil. 1550.), **Ortelius** (Theatrum orbis terrarum, Antverp. 1570. fol. maj.) und **Gerhard Mercator** zu Löwen legten hiezu den erſten Grund. Des letztern Karten gab **Jodocus Hond** (Atlas *Gerh. Mercatoris*, Amſt. 1604.) in 114 Tabellen heraus. **Wilhelm Janſſon** Blaeu und deſſen Sohn **Johann** lieferten in ihrem aus 6 Theilen beſtehenden Atlas ſchon 616 Karten. Die Verbeſſerung der Karten iſt in der ehemaligen hondiſchen Officin, welche nach und nach an die **Janſſon Waesberge**, an Moſes **Pitt** und **Swart**, und an Peter **Schenk** und

Gerard **Valk** kam, ununterbrochen fortgeſetzt worden, ſo wie auch unter den holländiſchen Künſtlern die **Viſſcher, Dankerts** und **de Witt** angeführt zu werden verdienen. Unter Ludwig dem XIV. verfertigte **Sanſon** Landkarten, welche bey allen ihren Fehlern dennoch ihr Anſehen ſehr lange behauptet haben. Durch die Bemühungen der Pariſer Akademie und Londner Societät wurden **de l'Isle** in Frankreich und **Moll** in England in Stand geſetzt, die Landkarten nach aſtronomiſchen Beobachtungen und neuern Entdeckungen zu verbeſſern. Die meiſte Mühe aber hat **Johann Baptiſta Homann** zu Nürnberg hierauf verwendet. Von ihm hatte **Cellarius** die Karten zur Notitia orbis antiqui ſtechen laſſen, und **Hübner** nahm die zu ſeinem Schulatlas, welche zuerſt methodiſch illuminirt wurden, aus ſeiner Officin. Durch den guten Abgang derſelben ermuntert, bediente er ſich nun der Beyhülfe des Profeſſors **Doppelmayr**, um ſeinen Karten auch durch aſtronomiſche Berichtigungen neue Vollkommenheit zu geben. Sein Sohn und deſſen Erben haben dieſe Bemühungen unermüdet fortgeſetzt, und ſich dabey der Beyhülfe der geſchickteſten Männer, z. B. **Haſens, Mayers** u. a. bedient. Die Mitglieder der kosmographiſchen Geſellſchaft veranſtalteten durch dieſe Officin einige vortrefliche Verbeſſerungen. Die homanniſchen Karten ſind in dem großen Atlas geſammelt, deſſen erſter Band 150 Karten, der zweyte 125 Karten von Deutſchland allein, und der Supplementband noch 77 Blätter enthält, wozu noch der aſtronomiſche Atlas von **Doppelmayr**, der topographiſche oder Städteatlas, der hiſtoriſche von **Haſe**, und ein Specialatlas von Schleſien gehören. Der ſogenannte Geſellſchaftsatlas in 40 Karten iſt von den Mitgliedern der kosmographiſchen Geſellſchaft ganz nach der ſtereographiſchen Horizontalprojection entworfen, und der erſte Meridian durch Ferro gelegt, da ihn ſonſt die homanniſchen Karten 20° weſtwärts von Paris ſetzen. Neuerlich ſind theils von der Berliner, Petersburger und ſchwediſchen Akademie, theils auch in andern Ländern ſo viele vortrefliche Landkarten zum Vorſchein gekommen, daß es zu weitläuftig ſeyn würde,

die Namen der Künſtler zu nennen, unter welchen jedoch in England **Kitchin**, in Frankreich **d'Anville**, **Vaugondy**, **Buache** und **Bellin** beſonders angeführt zu werden verdienen.

Eine Doppelmayriſche Karte: Baſis geographiae recentioris aſtronomica, enthält bloß diejenigen Orte, deren Längen und Breiten damals (um 1740) aſtronomiſch beſtimmt waren. Es ſind deren nur 116, und die Welt erſcheint darauf, wie eine Wüſte. **Tobias Mayer** gab, um die Unvollkommenheit der Geographie deutlich zu machen, im Jahre 1750 eine Karte von Deutſchland (Mappa critica Germaniae) heraus, welche zeigt, wie weit die **de l'isliſchen**, **homanniſchen** und **aſtronomiſchen** Angaben der Stellen und Grenzen Deutſchlands von einander abweichen. Seitdem ſind zwar weit mehrere aſtronomiſche Beſtimmungen hinzugekommen; allein es fehlt noch immer ſehr viel an derjenigen Vollſtändigkeit, welche für die genaue Berichtigung der Landkarten zu wünſchen wäre.

Käſtner, Anfangsgr. der mathem. Geographie, im II. Th. der mathem. Anfangsgr. Gött. 1781. S. 374. u. f.
Pfennigs Anleitung zur Kenntniß der mathem. Erdbeſchreibung, Berlin und Stett. 1779. 8. S. 151. u. f.

Laterne, magiſche, ſ. **Zauberlaterne.**

Lava, ſ. **Vulkane.**

Laugenartige Luft, ſ. **Gas, laugenartiges.**

Laugenſalze, Alkalien, Alkaliſche Salze, Alcalia, Salia alcalina, *Alkalis*, *Sels Alkalis*. Dieſen Namen führt eine eigne Hauptgattung der Salze, deren allgemeine Kennzeichen dieſe ſind, daß ſie einen ſcharfen, brennenden, urinöſen, aber nicht ſauren Geſchmack haben, aus den Säuren die darinn aufgelöſeten Materien niederſchlagen, den Veilchenſyrup grün, die gelbe Tinctur der Curcumawurzel braun, das mit Fernambukdecoct roth gefärbte Papier violet, und die mit ſchwachem Eſſig geröthete Lakmustinktur wieder blau färben. Sie vereinigen ſich mit den Säuren, und bilden mit denſelben die ſogenannten Neutralſalze; mit den Oelen und Fettigkeiten geben ſie die

Seifen, mit dem Schwefel die Schwefelleber, und mit den Erden geſchmolzen, geben die feuerbeſtändigen Glas.

Man theilt die Laugenſalze in **feuerbeſtändige, fixe** (Alcalia fixa, *Alkalis fixes*) und ein **flüchtiges** (Alcali volatile, *Alkali volatil*) ein. Der feuerbeſtändigen ſind zwey: 1) das **vegetabiliſche** oder **Gewächslaugenſalz** (Alcali vegetabile, *Alkali fixe végétal*) und 2) das **mineraliſche** (Alcali minerale, *Alkali minéral*, *Alkali marin*). Das flüchtige findet ſich beſonders im Thierreiche.

Das **Gewächslaugenſalz** wird aus der Aſche einer großen Menge von Pflanzen durchs Auslaugen erhalten. Wenn es von allen fremdartigen Theilen wohl gereiniget iſt, ſo zeigt es ſich als eben daſſelbe, aus was für Pflanzen es auch genommen ſeyn mag. Am reinſten erhält man es durch die Calcination des **Weinſteins** (der ſich in den Fäſſern, worauf Wein gährt, mit der Zeit anſetzt) im offenen Feuer in der Geſtalt eines weißen Salzes, das man durch Auslaugen, Filtriren und Abrauchen noch mehr reinigen kan. Das iſt das **Weinſteinſalz** (Sal tartari, *Sel de tartre*), deſſen Name auch überhaupt jedem reinen vegetabiliſchen Alkali beygelegt wird.

Das Gewächslaugenſalz läßt ſich in dieſem Zuſtande nicht in Kryſtallen darſtellen. Der Luft ausgeſetzt zieht es die Feuchtigkeit aus derſelben an ſich, und zerfließt in ihr zu einem Liquor, den man ſehr uneigentlich **Weinſteinoel** (oleum tartari per deliquium) nennt, da das fettige Gefühl, das er erregt, blos von dem aufgelöſten Fette an der Haut herrührt. Beſſer heißt er **zerfloßnes Weinſteinſalz**. Er enthält dreymal mehr Waſſer, als Salz. Das trockne Gewächslaugenſalz ſchmelzt bey ſtarkem Feuer, und iſt dabey ein mächtiges Auflöſungsmittel aller Erden, mit denen es ſich verglaſet.

Mit den mineraliſchen Säuren verbindet es ſich ſehr genau, und giebt mit der Vitriolſäure den **vitrioliſirten Weinſtein** (Tartarus vitriolatus), mit der Salpeterſäure den **Salpeter**, und mit der Salzſäure das **Digeſtivſalz des Sylvius**. In Verbindung mit der Eſſigſäure macht es die **geblätterte Weinſteinerde** (terra foliata tartari)

und mit der Weinſteinſäure den **tartariſirten Weinſtein** (tartarus tartariſatus) aus. So verbindet es ſich auch mit andern Säuren der Neutralſalzen, welche vegetabiliſches Flußſpathſalz, Phoſphorſalz u. ſ. f. genannt werden.

Dieſes Alkali löſet auch die Metalle auf, vorzüglich Gold, Platina, Zinn, Kupfer und Eiſen, und beſonders leicht, wenn ſie vorher in Säuren aufgelößt ſind, und man dieſe Auflöſung langſam in eine alkaliſche Lauge tröpfelt. So erhält man aus der Auflöſung des Eiſens eine rothgelb gefärbte **Stahltinctur**. Auch die metalliſchen Kalke werden durchs Schmelzen von dieſem Alkali aufgelöſet, und mit ihm verglaſet.

Ehedem glaubten faſt alle Chymiſten, das Gewächslaugenſalz ſey nicht in den Pflanzen ſelbſt vorhanden, ſondern entſtehe erſt ganz oder doch zum Theil durch ihre Verbrennung. Man hat aber dieſe Meynung völlig verwerfen müſſen, nachdem **Marggraf** (Chymiſche Schriften, II. Th. Berl. 1767. S. 49.) und **Wiegleb** (Chymiſche Verſuche über die alkaliſchen Salze, Berlin und Stettin 1774. 8.) bewieſen haben, daß man dieſes Laugenſalz aus dem Weinſtein auch ohne Feuer ziehen, und aus den Pflanzen Neutralſalze mit alkaliſchen Grundtheilen erhalten könne.

Das gemeinſte und zugleich unreinſte Gewächslaugenſalz wird aus der Heerdaſche erhalten, welche man in dieſer Abſicht zum Salpeterſieden und Glasbereiten braucht. Durch Verbrennung des Holzes und einiger Pflanzen in Gruben, wobey die Aſche immer wieder mit friſchem Holze vermengt und wieder ausgebrannt, dann aber ausgelaugt, und zur Trockne eingeſotten, nochmals gebrannt wird, erhält man die **Pottaſche**, ein ſtarkes, aber mit vielem Brennbaren, Mittelſalzen, auch wohl Eiſentheilen vermiſchtes Alkali. Reiner giebt es die Verbrennung der getrockneten Weinhefen, am allerreinſtein die Verkalkung des Weinſteins, und am ſchnellſten die Verpuffung des Salpeters mit Kohlen oder Weinſtein (*Alkali extemporané*).

Das **fixe Mineralalkali** iſt dasjenige, welches dem **Kochſalze** oder **Seeſalze** zur Baſis dient. Da dieſes

Salz weder zum Thier- noch zum Pflanzenreiche gehört, ſo ſetzt man es unter die Mineralien, und giebt deswegen ſeinem alkaliſchen Grundtheile den angeführten Namen. Man erhält dieſes Laugenſalz zwar auch aus einigen Pflanzen, die am Ufer des Meeres wachſen; allein es kömmt alsdann blos von dem Kochſalze her, das dieſelben bey ſich führen. Sonſt findet man dieſes Laugenſalz ſchon in freyem Zuſtande, obgleich nicht ganz rein, in Ungarn, in Marſchländern von thonichter Beſchaffenheit, in Egypten auf dem Boden einiger von der Sonnenhitze ausgetrockneter Seen, in Syrien, Perſien, Oſtindien und China, auch bey uns an Wänden und Mauern und in einigen Mineralwäſſern; am häufigſten mit andern Stoffen vermiſcht im Kochſalze und andern Produkten des Mineralreichs. Man hält es für das **Natrum** der Alten.

Der Geſchmack dieſes Laugenſalzes iſt weniger brennend und ſcharf; es zieht die Feuchtigkeit weniger an ſich, und läßt ſich im gewöhnlichen Zuſtande durch Abrauchen und Abkühlen ſeiner Auflöſung in Waſſer kryſtalliſiren. Dieſe Kryſtallen enthalten gegen $\frac{2}{3}$ ihres Gewichts an Kryſtalliſationswaſſer. Sie verlieren aber daſſelbe an der Luft, und verwittern oder zerfallen in ein weißes Pulver; die noch nicht getrockneten aber zerfließen allerdings in feuchter Luft, zergehen auch in der Hitze in ihrem eignen Kryſtallenwaſſer. Wenn aber dieſes verflogen iſt, ſchmelzt das trockne Salz erſt nach dem Glühen.

Mit der Vitriolſäure giebt es das **Glauberſalz** oder **glauberiſche Wunderſalz** (Sal mirabile Glauberi), deſſen Kryſtallen ebenfalls an der Luft zerfallen, mit der Salpeterſäure den **würflichten Salpeter** (Nitrum cubicum), ein Neutralſalz, das ſich zu Kryſtallen von ſechs rhomboidaliſchen Flächen bildet, mit der Salzſäure das gemeine **Kochſalz**, mit der Weinſteinſäure das **Seignetteſalz** (Sal polychreſtum) mit dem Sedativſalze den **Borax**, mit den übrigen Säuren Neutralſalze, welche die Namen der **mineraliſchen** führen, z. B. mineraliſches Eſſigſalz, Phoſphorſalz u. ſ. w.

Wenn es durch Kalk recht ätzend gemacht iſt, ſo giebt es mit den Oelen ſehr gute Seifen, welche aber weich bleiben, und die Conſiſtenz derer, welche durch das Gewächslaugenſalz bereitet ſind, nicht erhalten.

Pott (Lithogeognoſie, Berlin, 1757. 4.) hat das Mineralalkali für kein wahres Laugenſalz, ſondern blos für eine abſorbirende Erde halten wollen. Die Gründe aber, die er dafür anführt, beweiſen nur, was Niemand läugnet, daß es von dem Gewächslaugenſalze völlig unterſchieden ſey; daß es aber von den übrigen abſorbirenden Erden eben ſo ſehr abweiche, geſteht Pott ſelbſt. So läuft die Sache am Ende auf einen Wortſtreit hinaus.

Das einzige übliche Mittel, dieſes Alkali in Menge zu bereiten, iſt die Verbrennung der Seepflanzen, welche zu dem Geſchlechte des **Kali** oder Salzkrautes gehören. Ihre an dieſem Alkali ſehr reiche Aſche iſt im Handel unter dem Namen der **Soda** bekannt, und ihre Auflöſung in Waſſer giebt das Mineralkali rein durch die Kryſtalliſirung. Sonſt kan man es auch nach **Marggraf** aus dem würflichten Salpeter durch Verpuffung mit Kohlengeſtiebe erhalten.

Beyde feuerbeſtändige Laugenſalze haben faſt einerley chymiſche Verwandſchaften und Heilkräfte. Sie dienen gegen alle Arten von Säuren eben ſo, wie die abſorbirenden Erden. Sie dürfen aber nur in ſehr kleinen Doſen oder ſehr verdünnt gegeben werden, und werden ſo als auflöſende und eröfnende Mittel, oder als mildernde Zuſätze zu den harzigen Abführungsmitteln gebraucht. Aeußerlich ſind ſie auflöſend, zertheilend und beizend.

Das **flüchtige Laugenſalz, flüchtige Harnſalz** (Alcali volatile ſ. urinoſum) iſt eine Salzſubſtanz, welche man durch die Zerſetzung und Fäulniß der thieriſchen und einiger vegetabiliſchen Subſtanzen gewinnt. Sie hat alle allgemeinen Eigenſchaften der Laugenſalze, ihr Geruch aber iſt ungemein durchdringend und ſtechend, ihr Geſchmack ſehr brennend und urinös, und ihre Flüchtigkeit ſehr groß. Die Kryſtallen, in welche ſie im gewöhnlichen Zuſtande anſchießt, haben nur ein Achttheil ihres Gewichts Kryſtalliſationswaſſer. Waſſer, worinn flüchtiges Alkali aufgelö-

ſet iſt, heißt **flüchtig-alkaliſcher Spiritus, urinöſer Geiſt** (Spiritus urinoſus).

Die Neutralſalze, welche das flüchtige Alkali mit den mineraliſchen Säuren giebt, heißen überhaupt **Ammoniakalſalze**. Sie ſind: mit der Vitriolſäure der **vitrioliſirte Salmiak**, oder **Glaubers geheimer Salmiak**, mit der Salpeterſäure der **Salpeterſalmiak**, welcher für ſich ſelbſt bey einem gewiſſen Grade von Hitze verpuffet, mit der Salzſäure der gewöhnliche **Salmiak**. Alle dieſe Salze haben einen weit ſtärkern und ſtechendern Geſchmack als die übrigen, und ſublimiren ſich bey einem ſtarken Grade der Hitze. Mit der Eſſigſäure giebt das flüchtige Laugenſalz **Minderers Geiſt**, und mit dem Schwefel eine Art von flüchtiger Schwefelleber.

Die meiſten metalliſchen Materien, vorzüglich Zink und Kupfer, werden vom flüchtigen Alkali angegriffen. Mit dem Kupfer nimmt die Auflöſung eine ſehr ſchöne blaue Farbe an, ſ. **Kupfer**. Beſſer gehen die Auflöſungen der Metalle von ſtatten, wenn man die in Säuren gemachten Auflöſungen in ſtarken urinöſen Spiritus tröpfelt, wobey anfänglich ein Niederſchlag entſteht, der ſich aber bald im Spiritus auflöſet. Tröpfelt man umgekehrt das Alkali in eine Metallauflöſung, ſo verbindet es ſich mit der Säure, und ſchlägt das Metall nieder. Der ſonderbarſte Niederſchlag dieſer Art iſt der des Goldes, ſ. **Knallgold**. Mit den Oelen giebt das flüchtige Alkali ſeifenartige Gemiſche, dergleichen das *Eeau de Luce* iſt.

Man erhält das flüchtige Alkali durch die Deſtillation aus thieriſchen und vegetabiliſchen Materien. Es iſt aber in dieſem Zuſtande ſehr unrein, und mit vielen empyrevmatiſchen Oelen zu einer Art von Seife vermiſcht. Man verwandelt es daher durch Zuſatz einer Säure in ein Ammoniakalſalz, wobey es ſich genau von aller fremden Materie ſcheidet, und zieht es aus dieſem Salze vermittelſt der fixen Alkalien oder abſorbirenden Erden durch eine neue gelinde Deſtillation.

In der Arzneykunſt wird es als ein kräftiges die Nerven [illegible] Mittel bey Ohnmachten, Schlagflüſſen u. dgl.

entweder in feſter Geſtalt als **Riechſalz**, oder in flüſſiger, als *Eau de Luce* gebraucht. Innerlich dient es in ſchwachen Doſen als ſchweißtreibendes Mittel. Man hat es auch wider den Biß der Ottern und tollen Hunde empfohlen.

Die Laugenſalze im gewöhnlichen Zuſtande erregen mit den Säuren ein ſtarkes **Aufbrauſen**, wobey eine Menge Gas entbunden wird. Wenn man aber ein fixes Laugenſalz mit lebendigem Kalke und hinlänglichem Waſſer kocht, oder das flüchtige Laugenſalz mit lebendigem Kalke mit etwas in der Vorlage vorgeſchlagnem Waſſer deſtillirt, und ihm dadurch ſein Gas entzieht, welches ſich alsdann mit dem Kalke verbindet, ſo wird der Geſchmack der entſtehenden Salzlauge vorzüglich brennend und faſt feurig, die Lauge brauſet nun nicht mehr mit den Säuren, erhitzt ſich aber deſto ſtärker mit ihnen. In dieſem Zuſtande heißen die Laugenſalze **ätzende, kauſtiſche, reine** (Alcalia cauſtica, pura *Bergm.*); da man ſie im gewöhnlichen Zuſtande **milde, luftſäurehaltige** (aërata) nennet. Dieſe Eintheilung in milde und kauſtiſche Alkalien iſt von **D. Black**, ſ. **Kalk, Kauſticität.**

Allem Anſehen nach beſitzen die Laugenſalze ihre Aetzbarkeit von Natur, und es iſt dieſelbe zugleich mit einer ſtarken Auflöslichkeit und Schmelzbarkeit verbunden. Nur werden alle dieſe Eigenſchaften durch die Vereinigung, welche dieſe Salze im gewöhnlichen Zuſtande mit der **Luftſäure** eingehen, ungemein vermindert. Dieſe Säure macht ſie milder, der Kryſtalliſirung fähiger und ſtrengflüßiger. Sobald ſie ihnen aber durch die Bearbeitung mit Kalk entzogen wird, kehrt ihre Aetzkraft, Zerfließbarkeit und Schmelzbarkeit in ihrer ganzen Stärke zurück.

Die fixen Laugenſalze laſſen ſich zwar auch ätzend durch das Abrauchen in trockner Geſtalt darſtellen, aber nicht in Kryſtallen, obgleich das mineraliſche im milden Zuſtande kryſtalliſirungsfähig iſt; auch zerfließen ſie leicht wieder an der Luft; das flüchtige ätzende aber iſt nicht einmal einer trocknen Darſtellung mehr fähig, und heißt in dieſem Zuſtande **flüßiges Laugenſalz** (Alcali fluor). Die Lauge des fixen ätzenden Alkali ſo weit eingekocht, daß ein Ey dar-

ſet iſt, heißt **flüchtig-alkaliſcher Spiritus, urinöſer Geiſt** (Spiritus urinoſus).

Die Neutralſalze, welche das flüchtige Alkali mit den mineraliſchen Säuren giebt, heißen überhaupt **Ammoniakalſalze**. Sie ſind: mit der Vitriolſäure der **vitrioliſirte Salmiak**, oder **Glaubers geheimer Salmiak**, mit der Salpeterſäure der **Salpeterſalmiak**, welcher für ſich ſelbſt bey einem gewiſſen Grade von Hitze verpuffet, mit der Salzſäure der gewöhnliche **Salmiak**. Alle dieſe Salze haben einen weit ſtärkern und ſtechendern Geſchmack als die übrigen, und ſublimiren ſich bey einem ſtarken Grade der Hitze. Mit der Eſſigſäure giebt das flüchtige Laugenſalz **Minderers Geiſt**, und mit dem Schwefel eine Art von flüchtiger Schwefelleber.

Die meiſten metalliſchen Materien, vorzüglich Zink und Kupfer, werden vom flüchtigen Alkali angegriffen. Mit dem Kupfer nimmt die Auflöſung eine ſehr ſchöne blaue Farbe an, ſ. **Kupfer**. Beſſer gehen die Auflöſungen der Metalle von ſtatten, wenn man die in Säuren gemachten Auflöſungen in ſtarken urinöſen Spiritus tröpfelt, wobey anfänglich ein Niederſchlag entſteht, der ſich aber bald im Spiritus auflöſet. Tröpfelt man umgekehrt das Alkali in eine Metallauflöſung, ſo verbindet es ſich mit der Säure, und ſchlägt das Metall nieder. Der ſonderbarſte Niederſchlag dieſer Art iſt der des Goldes, ſ. **Knallgold**. Mit den Oelen giebt das flüchtige Alkali ſeifenartige Gemiſche, dergleichen das *Eeau de Luce* iſt.

Man erhält das flüchtige Alkali durch die Deſtillation aus thieriſchen und vegetabiliſchen Materien. Es iſt aber in dieſem Zuſtande ſehr unrein, und mit vielen empyrevmatiſchen Oelen zu einer Art von Seife vermiſcht. Man verwandelt es daher durch Zuſatz einer Säure in ein Ammoniakalſalz, wobey es ſich genau von aller fremden Materie ſcheidet, und zieht es aus dieſem Salze vermittelſt der fixen Alkalien oder abſorbirenden Erden durch eine neue gelinde Deſtillation.

In der Arzneykunſt wird es als ein kräftiges die Nerven reizendes Mittel bey Ohnmachten, Schlagflüſſen u. dgl.

entweder in feſter Geſtalt als **Riechſalz**, oder in flüſſiger, als *Eau de Luce* gebraucht. Innerlich dient es in ſchwachen Doſen als ſchweißtreibendes Mittel. Man hat es auch wider den Biß der Ottern und tollen Hunde empfohlen.

Die Laugenſalze im gewöhnlichen Zuſtande erregen mit den Säuren ein ſtarkes **Aufbrauſen**, wobey eine Menge Gas entbunden wird. Wenn man aber ein fixes Laugenſalz mit lebendigem Kalke und hinlänglichem Waſſer kocht, oder das flüchtige Laugenſalz mit lebendigem Kalke mit etwas in der Vorlage vorgeſchlagnem Waſſer deſtillirt, und ihm dadurch ſein Gas entzieht, welches ſich alsdann mit dem Kalke verbindet, ſo wird der Geſchmack der entſtehenden Salzlauge vorzüglich brennend und faſt feurig, die Lauge brauſet nun nicht mehr mit den Säuren, erhitzt ſich aber deſto ſtärker mit ihnen. In dieſem Zuſtande heißen die Laugenſalze **ätzende, kauſtiſche, reine** (Alcalia cauſtica, pura *Bergm.*); da man ſie im gewöhnlichen Zuſtande **milde, luftſäurehaltige** (aërata) nennet. Dieſe Eintheilung in milde und kauſtiſche Alkalien iſt von D. Black, ſ. **Kalk, Kauſticität**.

Allem Anſehen nach beſitzen die Laugenſalze ihre Aetzbarkeit von Natur, und es iſt dieſelbe zugleich mit einer ſtarken Auflöslichkeit und Schmelzbarkeit verbunden. Nur werden alle dieſe Eigenſchaften durch die Vereinigung, welche dieſe Salze im gewöhnlichen Zuſtande mit der **Luftſäure** eingehen, ungemein vermindert. Dieſe Säure macht ſie milder, der Kryſtalliſirung fähiger und ſtrengflüßiger. Sobald ſie ihnen aber durch die Bearbeitung mit Kalk entzogen wird, kehrt ihre Aetzkraft, Zerfließbarkeit und Schmelzbarkeit in ihrer ganzen Stärke zurück.

Die fixen Laugenſalze laſſen ſich zwar auch ätzend durch das Abrauchen in trockner Geſtalt darſtellen, aber nicht in Kryſtallen, obgleich das mineraliſche im milden Zuſtande kryſtalliſirungsfähig iſt; auch zerfließen ſie leicht wieder an der Luft; das flüchtige ätzende aber iſt nicht einmal einer trocknen Darſtellung mehr fähig, und heißt in dieſem Zuſtande **flüßiges Laugenſalz** (Alcali fluor). Die Lauge des fixen ätzenden Alkali ſo weit eingekocht, daß ein Ey dar-

auf ſchwimmt, heißt **Seifenſiederlauge, Meiſterlauge** (Lixivium ſaponariorum ſ. magiſtrale). Sie iſt ſo freſſend, daß ſie die Theile des thieriſchen Körpers augenblicklich angreift, und giebt bis zur Trockne abgeraucht, geſchmolzen und in Formen gegoſſen, den **Aetzſtein der Wundärzte** (lapis cauſticus). Uebrigens kan man die fixen Laugenſalze auch durch anhaltendes Calciniren ätzend machen, wobey ſie aber die Gefäße leicht angreifen.

An der freyen Luft ziehen die ätzenden Laugenſalze nach und nach die Luftſäure wieder an ſich, und verlieren ihre Aetzbarkeit. Wenn man eine mit Luftſäure gefüllte Flaſche mit ofner Mündung in eine ätzende Lauge ſtellt, ſo ſteigt die Flüßigkeit allmählig in die Höhe, wird mild, mit Säuren brauſend und kryſtalliſirungsfähig. Durch Sättigung mit Luftſäure laſſen ſich ſogar Kryſtallen des Gewächslaugenſalzes darſtellen. Zwey Loth Weinſteinſalz in ſo wenig, als möglich, Waſſer aufgelöſet und in einer mit Luftſäure gefüllten Flaſche von 100 Cubikzoll geſchüttelt, ſchießen zu vierſeitigen prismatiſchen Kryſtallen an, deren Endſpitzen von zwey dachförmig zuſammengehenden Dreyecken gebildet ſind.

Macquer chym. Wörterbuch. Art.: Alkalien.

Gren ſyſt. Handbuch der geſammten Chemie. Th. I. §. 109 — 219. §. 259—266.

Leere, leerer Raum, Vacuum, Spatium vacuum, *Vuide.* Man drückt durch das Wort Raum den Begrif der körperlichen Ausdehnung aus, der noch immer zurückbleibt, wenn man den Körper ſelbſt in Gedanken aus ſeiner Stelle hinwegnimmt. Unſere Sinne zeigen uns ſo etwas nie anders, als an Körpern; wir ſehen und fühlen nie Ausdehnung für ſich allein ohne andere dem Körper zukommende Eigenſchaften. Es iſt aber die Frage, ob es nicht in der Natur Räume ohne Körper geben könne, und wirklich gebe. Solche Räume würde man alsdann **leere Räume, Leeren** nennen müſſen. Soviel man aus metaphyſiſchen Gründen dem Daſeyn ſolcher Leeren entgegenſetzen

kan, ſo läßt ſich daſſelbe doch durch ſehr ſtarke phyſiſche Gründe vertheidigen.

Man muß aber hiebey nothwendig die **abſolute Leere** (vacuum abſolutum) von der **zerſtreuten** (vacuum diſſeminatum) unterſcheiden. Unter jener haben einige Naturforſcher eine ganz für ſich beſtehende, von aller Materie leere, einzige, unbegrenzte, unveränderliche Ausdehnung verſtanden, deren Daſeyn vor der Körperwelt vorhergegangen ſey, und in welche der Schöpfer die Körper geſetzt habe. So wird der Begrif der Leere von **Muſſchenbroek** (Introd. ad philoſ. nat. To. I. cap. 3. De ſpatio vacuo) beſtimmt, und ſo nahm ihn unter den Alten die Epikureiſche Schule an, welche jedoch die Vereinigung der Atomen in dieſem Raume keinem Schöpfer, ſondern einer zufälligen Ablenkung vom geraden Wege (clinamen atomorum) zuſchrieb. Gegen dieſen Begrif von abſoluter Leere möchte wohl das metaphyſiſche Argument unüberwindlich ſeyn, daß Raum und Ausdehnung überhaupt nur Denkform coexiſtirender Dinge ſind, und nicht gedacht werden können ohne Vorſtellung von Körpern, welche Ausdehnung haben, und Raum einnehmen oder zwiſchen ſich laſſen.

Bey Betrachtung der wirklichen Welt, welche aus großen, in unermeßlichen Abſtänden entfernten, Weltkörpern beſteht, kömmt man auf die Frage, ob ſich zwiſchen dieſen Körpern außer den Grenzen ihrer Dunſtkreiſe noch etwas Körperliches aufhalte, oder nicht. Wäre der Raum zwiſchen ihnen **leer** von Materie, ſo könnte man ihn als einen Theil jenes allgemeinen Weltraumes anſehen, der bey der Schöpfung unausgefüllt geblieben wäre. So käme ihm der Name **abſolute Leere** ebenfalls zu. Aber ſchon der Gedanke, daß wir die Weltkörper **ſehen**, läßt es nicht zu, in dieſem Sinne eine abſolute Leere der Himmelsräume anzunehmen. Das Licht, welches von den Fixſternen zu uns gelangt, muß doch entweder dieſe Räume ſelbſt anfüllen, oder in ihnen eine zur Fortpflanzung geſchickte Materie antreffen.

Unter **zerſtreuter Leere** hingegen verſteht man Zwiſchenräume zwiſchen den einzelnen Theilen der Körper, wel-

che nichts Materielles mehr in ſich faſſen. Ob es gleich ganz gewiß iſt, daß ſich in den gröbern Zwiſchenräumen der Körper vielerley fremdartige Materien aufhalten, ſo läßt ſich doch noch fragen, ob nicht die allerfeinſten Zwiſchenräume von aller Materie frey ſeyn müſſen? Man ſieht ſich ſogar gezwungen, dies anzunehmen. Denn da die Erfahrung lehrt, daß es Körper von verſchiedner Dichtigkeit giebt, oder daß in einem Körper die Theile näher bey einander ſind, als im andern, ſo folgt daraus von ſelbſt der Begrif von Abſtand der Theile ohne vollkommene Berührung, d. i. von **zerſtreutem leeren Raume**, ohne welchen auch überdies gar keine Bewegung würde ſtatt finden können. Es ſcheint alſo keine **abſolute**, wohl aber eine **zerſtreute Leere** vorhanden zu ſeyn.

Die Epikuräer vertheidigten den Begrif der Leere in ſeinem ausgedehnteſten Umfange: **Lucrez** bringt verſchiedene Beweiſe vor, wovon ſich die meiſten auf die zerſtreute Leere beziehen (De rer. nat. L. I. v. 335. 370 385.): die Peripatetiker hingegen ſchrieben der Natur eine **Abneigung gegen die Leere** (horror ſ. fuga vacui) zu, aus der ſie, als aus einer verborgnen Qualität, verſchiedene phyſikaliſche Erklärungen herleiteten.

Descartes (Princip. philoſ. P. II. §. 10 ſqq.) läugnet ſchlechterdings alle Leere in der Körperwelt, die er auf allen Seiten unbegrenzt, und ſo vollkommen mit Materie ausgefüllt annimmt, daß nirgends ein Raum weder im Ganzen noch zwiſchen den Theilen der Körper, leer bleibe. Dies iſt ſein **abſolut voller Raum** (*Plein abſolu*), der einen Hauptgrundſatz ſeines Syſtems ausmacht. Er ſieht dieſes als eine Folge des Begrifs vom Körper an, den er für völlig einerley mit dem Begriffe von Ausdehnung hält. „Wenn man fragt, ſagt er, was geſchehen würde, „wenn Gott alle Materie, die in einem Gefäße enthalten iſt, „wegnähme, und keine andere an ihre Stelle kommen ließe, „ſo iſt die Antwort: die Wände des Gefäßes würden da„durch in Berührung kommen. Denn wenn zwiſchen zween „Körpern Nichts liegt, ſo müſſen ſie ſich berühren. Es „iſt offenbarer Widerſpruch, zu ſagen, es ſey ein Abſtand

„zwiſchen ihnen, und dieſer Abſtand ſey doch Nichts; denn „aller Abſtand iſt eine Art der Ausdehnung, und kan „alſo nicht vorhanden ſeyn ohne ausgedehnte Subſtanz.“ (P. II §. 18.). Dies nöthigt ihn nun, die verſchiedene Dichte bloß für ein Phänomen auszugeben, das aus der verſchiedenen Menge der in den Zwiſchenräumen enthaltenen ſubtilen Materie entſpringe, alle Bewegung aber für kreisförmig, d. i. ſo zu erklären, daß ein Körper den zweyten, dieſer den dritten u. ſ. w. im Kreiſe fort gerechnet aus der Stelle treibe, der letzte aber an die Stelle des erſten wieder eintrete. In der That verſtatten auch ſeine loca omnia corporibus plena keine andere Möglichkeit, Bewegungen zu gedenken, wozu noch überdies die Materie ohne Ende theilbar ſeyn und unendlich verſchiedene Geſtalten haben muß, die ohne alle Lücken in einander paſſen. Darauf beruhen ſeine Wirbel, und ſeine ganze der Erfahrung oft ſo ſehr widerſprechende Mechanik.

Newton hingegen, welcher die Lehre vom Widerſtande der Mittel (Princip. L. II.) ſo vortreflich abgehandelt hat, zieht aus derſelben Folgerungen, welche dem carteſianiſchen vollen Raume geradezu widerſprechen. Alle Bewegungen müßten in dieſer compacten Maſſe von materiellen Theilen einen unendlichen Widerſtand finden. Descartes zwar giebt vor, der Widerſtand werde durch die Zertrennung in feine Theile vermindert, und die ſubtile Materie ſey ſo fein zertheilt, daß ſie gar nicht mehr widerſtehe. Newton hingegen zeigt (prop. 38 et 40.), daß ſelbſt die feinſte Zertheilung der Materie den Widerſtand nicht merklich ändere, welcher ſich immer ſehr nahe, wie die Dichtigkeit des widerſtehenden Mittels verhält; daher diejenigen Mittel, in welchen Körper ohne merkliche Retardation weit fortgehen, allezeit ungemein viel dünner ſeyn müſſen, als die Körper, welche in ihnen bewegt werden. Dieſen Grundſätzen gemäß würde eine Kugel, die ſich in einem carteſianiſchen vollkommen dichten Mittel bewegte, bey aller Feinheit und Flüßigkeit deſſelben dennoch mehr als die Helfte ihrer Bewegung verlieren, ehe ſie noch die dreyfache Länge ihres Durchmeſſers durchlaufen hätte. So würde es nicht

möglich ſeyn, daß ein Menſch ſich von der Stelle bewegte, geſchweige denn, daß die Himmelskörper, deren Lauf keine merkliche Retardation zeigt, in einem vollkommen dichten Mittel fortgehen könnten.

Dieſe Gründe, mit welchen **Newton** den vollen Raum des **Descartes** beſtreitet, ſollten ſeiner Meynung nach bloß das Daſeyn einer zerſtreuten Leere beweiſen, keineswegs aber eine **abſolute Leere** im Weltraume darthun, welche mit ſeinem Syſtem über das Licht ganz unverträglich iſt. Vielleicht ſind die Uebertreibungen ſeiner Schüler Schuld daran, daß man ihn mißverſtanden, und ſo grober Ungereimtheiten beſchuldigt hat, als kaum der gedankenloſeſte Menſch zu ſagen fähig ſeyn würde. Man ſ. hierüber das Wort **Aether** (Th. I. S. 85.).

Gegen Descartes Behauptungen läßt ſich auch noch Folgendes anführen. Wenn das erſte Element oder die ſubtile Materie ſich von den übrigen Körpern bloß durch die Feinheit und Geſtalt der Theile unterſcheiden ſoll, ſo muß es eben ſoviel eigenthümliches Gewicht, als andere Körper, beſitzen; denn die Geſtalt ändert nichts im Gewichte. Ein Lichtſtral müßte den ganzen Weltbau zerſtören, wenn er ſich den ungeheuren Weg durch eine Linie bahnen ſollte, die ihm in jedem Punkte einen Widerſtand entgegenſetzte. In dem Augenblicke, da man zween Körper trennt, die ſich vorher berührten, dringt andere Materie zwiſchen ſie durch Bewegung ein; Bewegung aber erfordert Zeit; alſo giebt es doch Zeitmomente, in welchen der entſtandne Raum noch nicht ganz ausgefüllt iſt, d. h. es iſt leerer Raum gedenkbar u. ſ. w.

Man nimmt endlich das Wort **Leere** oder **leerer Raum, Vacuum,** oft bloß für **luftleeren Raum** (ſpatium ab aëre vacuum). Weil die Luft bey uns auf der Erde durch ihre Elaſticität in alle Räume dringt, die von andern Materien leer ſind und zu denen ihr der Zugang offen ſteht, ſo laſſen ſich ſolche leere Räume bloß durch künſtliche Veranſtaltungen hervorbringen. Der durch die Luftpumpe erhaltene, die **boyliſche** oder **guerickiſche Leere** (Vacuum Boylianum, Guerickianum, *Vuide de Boyle*) iſt

nicht einmal vollkommen luftleer, weil er bloß durch eine fortgeſetzte Verdünnung der atmoſphäriſchen Luft entſteht, welche ſich nie bis zu einer gänzlichen Erſchöpfung derſelben fortſetzen läßt, ſ. **Luftpumpe.** Der im Barometer über dem Queckſilber entſtandne Raum, die **torricelliſche Leere** (Vacuum Torricellianum, *Vuide de Torricelli*) ſoll, wenn das Barometer gut iſt, vollkommen luftleer ſeyn, ſ. **Barometer.** Feinere Materien, die das Glas durchdringen, können aus dieſen Räumen nicht entfernt werden.

Ren. Des - Cartes Principia philoſophiae, Amſt. 1685. 4. P. II. p. 27 ſqq.

Briſſon Dict. raiſ. de phyſique. Art. *Vuide.*

Leicht, Leve, *Léger.* Ein Körper heißt leicht, wenn ſein abſolutes Gewicht gering iſt, ſ. **Gewicht.** Da es hiebey auf Größe ankömmt, ſo drückt das Wort einen bloß relativen Begriff aus, und man kan keinen Körper an ſich leicht nennen, ſondern nur ſagen, er ſey **leichter,** d. i. er habe weniger Gewicht, als ein anderer. **An ſich** oder **abſolut leicht** würde man Körper nennen können, deren abſolutes Gewicht = o oder gar negativ wäre, d. i. die ſich nach einer der Schwere entgegengeſetzten Richtung zu bewegen ſtrebten. Wir kennen aber keinen ſolchen Körper; vielmehr iſt, den Erfahrungen gemäß, alle bekannte Materie ſchwer, und wenn einige Chymiker gewiſſe Materien, z. B. Wärmeſtof, Licht, Phlogiſton ꝛc. für **abſolut leicht** annehmen, ſo erfordert dieſe große Ausnahme von der allgemeinen Regel mehr Beweis, als bisher dafür angeführt worden iſt. Denn daß ſich einige Phänomene dadurch bequem erklären laſſen, iſt wohl noch nicht hinreichend, einen Hauptgrundſatz der Phyſik umzuſtoßen, ſo lange noch andere Erklärungen dieſer Phänomene ſtatt finden.

Das relative Gewicht der Körper im Waſſer oder in der Luft kan allerdings = o oder negativ werden, aber in dieſem Sinne wird das Wort nicht genommen, wenn man etwas **an ſich** oder **abſolut leicht** nennt. Das Gewicht des Körpers iſt in ſolchen Fällen wohl vorhanden, es wird nur von dem umgebenden Mittel getragen.

Specifiſch leichter oder **leichtartiger** (ſpecifice levius), als ein anderer, heißt ein Körper, wenn er bey gleichem Volumen dennoch weniger, als jener andere wiegt. Man ſchließt daraus, daß er in gleichem Raume weniger Maſſe, als jener enthalte, d. h. daß er **dünner, lockrer** (rarius) ſey, ſ. **Dichte, Schwere, ſpecifiſche.**

Leichtigkeit, Levitas, *Légereté*. Geringere Größe des abſoluten Gewichts, alſo ebenfalls nur Ausdruck eines relativen Begrifs. **Abſolute Leichtigkeit**, d. i. gänzlicher Mangel oder gar negative Größe des Gewichts läßt ſich bey keinem bekannten Körper durch Erfahrungen darthun. **Relative Leichtigkeit** iſt geringere Größe des Gewichts, **ſpecifiſche Leichtigkeit** iſt geringere Größe deſſelben bey gleichem Volumen mit andern Körpern.

Leidner Flaſche, ſ. **Flaſche, geladne.**

Leidner Vacuum, Kleiſtiſches Vacuum, Vacuum Leidenſe, *Vuide de Leide*. Eine belegte Flaſche EF, Taf. XIII. Fig. 101., aus welcher man die Luft ausziehen kan, um Erſcheinungen des elektriſchen Lichts im luftleeren Raume darzuſtellen. Dieſe Erfindung des Herrn **Henly** war eigentlich dazu beſtimmt, die frankliniſche Theorie der Elektricität zu erweiſen.

Die bey EF vorgeſtellte Flaſche darf bloß von außen etwa drey Zoll hoch mit Zinnfolie belegt werden; von innen vertritt der luftleere Raum die Stelle der Belegung und Verbindung mit dem Knopfe E. Der Hals der Flaſche iſt in eine meſſingene Kappe ab eingekuttet, die eine Oefnung mit einem Ventile hat, und von dieſer Kappe geht ein Drath mit einer ſtumpfen Spitze einige Zoll tief in die Flaſche hinein. Man zieht vermittelſt einer kleinen Handluftpumpe durch das Ventil die Luft aus der Flaſche, und ſchraubt alsdann die meſſingene Kugel E auf. Unten bey F iſt eine Schraubenmutter angekuttet, um die Flaſche auf ein iſolirtes Stativ ſchrauben zu können. c und d ſind zugeſpitzte Dräthe, die man gelegentlich in die Kugel E

und in das Stück F einſchrauben, oder auch wieder abnehmen kan.

Wenn man dieſe Flaſche luftleer auf ein iſolirendes Stativ ſchraubt, und die Spitze d gegen einen poſitiv elektriſirten Conductor bringt, ſo erſcheinen im Dunkeln bey d und g leuchtende Sterne oder Punkte, bey c aber ein ausſtrömender Stralenkegel. Hält man c gegen den poſitiven Conductor, ſo iſt bey c ein Punkt, bey g und d aber zeigen ſich Stralenbüſchel. Wird hingegen d gegen einen negativen Conductor gehalten, ſo ſind die Büſchel bey d und g, der Punkt bey c: und wenn man c gegen den negativen Conductor bringt, ſo iſt ein Büſchel bey c, und die Punkte zeigen ſich bey d und g. Bey dieſen Verſuchen ſind die Büſchel bey g ungemein ſtark und deutlich, und füllen mit ihrem Lichte den ganzen Raum der Flaſche.

Eben ſo erſcheint bey g ein **Büſchel**, wenn man nach abgenommenen Dräthen c und d, die Flaſche beym Boden hält, und die Kugel E gegen den poſitiven Leiter bringt: ein Stern hingegen, wenn man ſie bey E hält, und mit dem Boden an den Leiter bringt. Auch kehren ſich dieſe Erſcheinungen um, wenn der Leiter negativ elektriſirt iſt.

Dieſe ſehr wohl ausgedachten Verſuche machen den Unterſchied des elektriſchen Lichts bey +E und —E ſehr deutlich, und beweiſen, daß Spitzen, wenn ſie +E annehmen, **Sterne**, und wenn ſie —E annehmen, **Büſchel** zeigen. Dies iſt aber noch kein directer Beweis für Franklins Hypotheſe. Es müßte noch erwieſen werden, daß der leuchtende Stern ſchlechterdings nichts anders, als ein **Eindringen** des +E anzeige; denn er kan ja eben ſowohl von dem **Ausſtrömen** eines —E herrühren, welches vielleicht nur ein ſchwächeres Licht giebt, oder ſich nicht ſo leicht und in ſo großer Menge mittheilt, als +E. Alſo laſſen ſich dieſe Verſuche auch nach der Hypotheſe von zwoen Elektricitäten erklären, und können daher zwiſchen ihr und der frankliniſchen nicht entſcheiden.

Cavallo vollſt. Abhdl. von der Elektricität, Leipzig, 1785. gr. 8. S. 181.

Adams Verſuch über die Elektricität, Leipzig, 1785. gr. 8. S. 78 und 82.

Leidner Verſuch, ſ. **Flaſche, geladne.**

Leiter der Elektricität, Leiter, leitende Körper, anelektriſche Körper, Conductores electricitatis, Corpora conducentia ſ. anelectrica, ſymperielectrica, *Conducteurs, Corps anélectriques, Corps ſympériélectriques.* Diejenigen Körper, welche die Elektricität ohne merklichen Widerſtand durch ihre eigne Subſtanz verbreiten oder fortführen. Wenn ſolche Körper nicht iſolirt ſind, ſ. **Iſoliren,** ſo führen ſie die Elektricität durch den Fußboden in die Erde. Wenn daher bey ihrer Reibung auch einige Elektricität erregt wird, ſo iſt dieſelbe doch nicht merklich, weil ſie ſich augenblicklich durch die ganze Subſtanz vertheilt, oder gar in die Erde übergeht. Daraus darf man aber nicht ſchließen, daß in den Leitern keine urſprüngliche Elektricität erregt werden könne, wovon die Verſuche, wenn man nur die Leiter iſolirt, das Gegentheil lehren (ſ. *Hemmer* ſur l'électricité des metaux, im Journal de phyſ. Juill. 1780. p. 50. *Herbert* Theoria phaenom. electricorum. Vindob. 1778. p. 15.). Inzwiſchen hat dieſer Umſtand Anlaß gegeben, die Leiter auch **unelektriſche Körper** (Anelectrica) zu nennen. **Symperielektriſche** heißen ſie, weil man ſie mit fremder Elektricität verſehen kan, im Gegenſatze mit den **idioelektriſchen.**

Ein vollkommner Leiter würde derjenige ſeyn, der der Elektricität beym Durchgange durch ſeine Subſtanz gar keinen Widerſtand entgegenſetzte. Dergleichen giebt es nun wohl ſchwerlich; auch die beſten Leiter haben etwas von der Natur der Nichtleiter, ſo wie die beſten elektriſchen Körper in einigem Grade leitend ſind.

Die Leiter nehmen die Elektricität leicht an, und behalten ſie, wenn ſie iſolirt ſind, in ſich. Daher ſind ſie ſehr brauchbar zur Mittheilung und Anhäufung der Elektricität. Man pflegt mit jeder Elektriſirmaſchine einen iſolirten Leiter zu verbinden, der der **erſte Leiter, Hauptleiter der Maſchine** (Conductor principalis, *Condu-*

ſteur de la machine) genannt wird, in welchem ſich die erregte Elektricität anhäufen kan, ſ. Elektriſirmaſchine (Th. I. S. 1793.). Der Erfinder hievon iſt **Gray**, der zuerſt den menſchlichen Körper, in der Folge aber metallne Stangen in ſeidnen Schnüren hängend, als Hauptleiter gebrauchte.

Die beſten Leiter ſind folgende:

Alle Metalle nach folgender Ordnung: Gold, Silber, Kupfer, Meſſing, Eiſen, Zinn, Queckſilber, Bley, Halbmetalle.

Erze, worunter diejenigen die beſten ſind, in welchen das metalliſche den größten Theil ausmacht, und die der Natur der Metalle ſelbſt am nächſten kommen.

Kohlen von thieriſchen und vegetabiliſchen Subſtanzen.

Die flüßigen Theile thieriſcher Körper.

Alle flüßige Körper, Luft und Oele ausgenommen.

Waſſer iſt ein guter Leiter; daher alle Körper leiten, wenn ſie naß ſind, auch der feuchte Erdboden ein guter Leiter iſt.

Rauch und alle Ausflüſſe brennender Körper.

Eis, aber nur in einer Kälte, welche noch nicht —13° nach **Fahrenheit**, oder —20° nach **Reaumür** erreicht (*Achard* Mém. de Berlin, 1776.).

Schnee.

Die meiſten ſalzigen Subſtanzen, am beſten die metalliſchen Salze.

Steinartige Subſtanzen, am beſten die weichern.

Dünſte des heißen Waſſers.

Luftleerer Raum.

Alle Nicht-leiter werden durch Feuchtigkeit, ſehr viele, z. B. Glas, Harz, Luft, auch durch Hitze leitend. Ueberhaupt laufen die Grenzen der Leiter und Nicht-leiter ſo in einander, daß es Körper giebt, die man zu beyden Claſſen rechnen kan, ſ. **Halbleiter**.

Oft verwandelt ſich einerley Körper, wenn er auf verſchiedene Art behandelt wird, bald in einen Leiter, bald in einen Nicht-leiter. Friſch vom Stamme gehauenes Holz iſt

ein guter Leiter, wegen ſeiner Feuchtigkeit; gedörrt wird es ein Nicht-leiter; zu Kohlen gebrannt ein Leiter; in Aſche verwandelt ein Nichtleiter.

Was die eigentliche Urſache des Unterſchieds zwiſchen Leitern und Nicht-leitern ſey, weiß man zwar nicht gewiß; es iſt aber ſehr wahrſcheinlich, daß alles auf einer Verwandſchaft der Stoffe gegen das elektriſche Fluidum, oder gegen die mehrern elektriſchen Materien beruhe. Ehedem hielt man bloß Metalle und Waſſer für leitend, und erklärte bey andern Körpern ihre leitende Eigenſchaft aus der Feuchtigkeit oder den metalliſchen Theilen, die ſie bey ſich führten. **Prieſtley**, der die Kohlen ſehr leitend fand, vermuthete (Exp. and Obſ. on diff. Kinds of air Vol. II. Sect. 14.), das Phlogiſton ſey die Urſache des Leitens, weil Metalle und Kohlen Nicht-leiter werden, wenn man ihnen daſſelbe entzieht. Nur im Waſſer, das doch auch leitet, ſchien kein Phlogiſton zu ſeyn. Sollte man aus den neuern Verſuchen, die ich beym Worte: **Waſſer** anführe, folgern dürfen, daß das Waſſer Brennbares enthalte, ſo würde dieſe Schwierigkeit wegfallen. Herr **de Lüc** (Ideen über die Meteorologie, Th. I. §. 278.) unterſcheidet das elektriſche fortleitende Fluidum von der bloß ſchweren elektriſchen Materie. Das fortleitende Fluidum durchdringt alle Körper ohne Unterſchied, aber die elektriſche Materie verhält ſich nicht auf gleiche Art bey allen Körpern. Sie ſtrebt nach den **leitenden** auf eine große Entfernung, hängt ſich aber nicht an ſie an, ſondern bewegt ſich frey um ſie herum, und wird durch ihr fortleitendes Fluidum fortgeriſſen. Sie ſtrebt hingegen nach den **nicht-leitenden** nur auf eine ſehr geringe Entfernung; kömmt ſie aber hier zur Berührung, ſo hängt ſie ſich an, und kan durch ihr fortleitendes Fluidum nicht fortgeriſſen werden. Dieſe Vorausſetzung iſt etwas gekünſtelt, aber ihr Urheber weiß ſehr ſinnreiche Erklärungeu daraus herzuleiten.

Cavallo vollſt. Abhdl. v. der Elektricität, Leipz. 1785. 8. S. 13 u. f. S. 94.

Leiter, erſter, ſ. Elektriſirmaſchine, Leiter.

Leiter, leuchtender, Conductor lucens, *Conducteur lumineux.* Ein von Herrn **Henly** erfundener luftleerer Hauptleiter, welcher an der Elektriſirmaſchine eben das zeigt, was das leidner Vacuum nach Art einer geladnen Flaſche darſtellt, ſ. **leidner Vacuum**, nemlich Erſcheinungen des elektriſchen Lichts bey +E und —E.

EF, Taf. XIII. Fig. 102. iſt eine Glasröhre 18 Zoll lang, und 3 bis 4 Zoll im Durchmeſſer. An beyden Enden ſind meſſingne Kappen BE, FD angeküttet. Eine davon hat eine Spitze C, die andere einen Drath mit einer Kugel G. Aus jeder geht auch ein Drath mit einem Knopfe inwendig in die Höhlung der Röhre. Die eine Kappe FD beſteht aus zwey Stücken, aus der Büchſe F, welche angeküttet iſt, und einen Deckel mit einem Ventile hat, wodurch man die Luft aus der Glasröhre pumpen kan, und der Haube D, welche auf die Büchſe aufgeſchraubt wird. Das Ganze ſteht auf zwo gläſernen Säulen im Fußbrete H.

Hat man nun die Luft aus A gezogen, die Haube D aufgeſchraubt, und das Inſtrument, als erſten Leiter, an eine Elektriſirmaſchine, mit der Spitze C gegen die Glaskugel geſtellt, ſo zeigt ſich im Dunkeln an der Spitze ein **Stern**, die ganze Röhre iſt ſchwach erleuchtet, von dem Drathe bey FD ſtrömen **Stralenbüſchel**, der andere Drath und Knopf bey BE iſt mit einem ſehr hellen **Sterne** erleuchtet. Eben dieſe Erſcheinungen zeigen ſich in umgekehrter Ordnung, wenn man die Spitze C an das Kiſſen der Maſchine ſtellt, und es erſcheint alsdann bey C ſelbſt ein **Stralenkegel**.

Von dieſen ſehr angenehmen Verſuchen gilt eben das, was von denen mit dem **leidner Vacuum** bey dieſem Worte geſagt worden iſt. Sie beweiſen, daß Körper, die +E annehmen, **Sterne**, und die —E annehmen, **Büſchel** zeigen. Daraus aber folgt die Wahrheit der frankliniſchen Theorie noch nicht, die ſie nach der Abſicht des Erfinders beweiſen ſollten. **Cavallo** rechnet ſie auch bloß zu den Verſuchen über das Licht ohne Beziehung auf die Theorien.

Cavallo vollſt. Abh. v. der Elektricität. S. 164 u. f.

Leuchtende Körper, Corpora lucentia, *Corps lumineux*. Körper, die für ſich allein geſehen werden können, oder von ſich ſelbſt Licht ausſenden. Ihnen werden die dunkeln Körper entgegengeſetzt, welche bloß das Licht, das ſie von andern empfangen, ins Auge zurückwerfen, ſ. **Dunkle Körper**. Schwachleuchtende Körper können aber durch ſtark leuchtende ſoviel fremdes Licht empfangen, daß ihr eignes darüber unmerklich wird. So ſieht man faules Holz am Taglichte nicht leuchten, ſondern nur erleuchtet.

Leuchtende Körper ſind die Sonne und die Fixſterne, alle brennende oder bis zum Glühen erhitzte Körper, einige Inſekten und Gewürme, ſo lange ſie leben, faules Fleiſch und beſonders faule Fiſche, faules Holz u. dgl. der Harnphosphorus und andere durch die Kunſt bereitete Phosphoren. Einige Körper fahren, wenn ſie eine Zeitlang erleuchtet worden ſind, auch noch im Dunkeln fort zu leuchten. Man nennt ſie **lichteinſaugende Körper** (lucem bibentia) und zählt ſie zu den **Phosphoren**. Von dieſen Körpern, ſo wie von den künſtlichen Phosphoren ſ. den Art. **Phosphorus**. Hier will ich noch etwas von einigen natürlichen Phosphoren beyfügen.

Unter den leuchtenden Inſekten iſt beſonders der **leuchtende Johanniswurm** oder **Johanniskäfer** (Lampyris noctiluca, *Ver luiſant*) bekannt, ein länglicher brauner Käfer mit grauem Schilde. Das Weibchen iſt ungeflügelt, und leuchtet am ganzen Leibe; das Männchen aber nur aus zween Punkten der letzten Bauchringe. Der Schein iſt bald ſtärker, bald ſchwächer, und ſcheint nach einigen von der Willkühr des Thiers abzuhängen. **Reaumür** (Mém. de l'acad. des Sc. 1723.) vermuthet, das Leuchten hänge mit dem Begattungstriebe des Inſekts zuſammen. Nach den Verſuchen der Herren **Forſter** und **Sömmering** (Götting. Magazin, III. Jahrg. 2. St.) wird das Leuchten in dephlogiſtiſirter Luft weit ſtärker und anhaltender. **Bartholin** (De luce animalium. Hafn. 1669. 8.) führt vier Gattungen von leuchtenden Inſekten

an, zwo mit Flügeln, zwo ohne Flügel; allein in heißen Ländern ſollen nach den Berichten der Reiſenden weit mehrere anzutreffen ſeyn. Es ſind auch einige Arten vom Springkäfer (Elater), der Cikade und der Aſſel (Oniſcus) leuchtend.

Die **Pholaden**, eine Art von Muſcheln, welche ſich in die kalkartigen Felſen, Korallen, Schiffe u. ſ. w. einbohren, leuchten des Nachts mit einem phosphoriſchen Scheine. Dies bemerkt ſchon **Plinius** (H. N. IX. 6.), der dieſe Gewürme Dactylos nennt, und dabey anführt, daß ſie im Munde deſſen, der ſie ißt, leuchten, und durch ihre Feuchtigkeit Hände und Kleider glänzend machen. **Reaumür** (Mém. de l'acad. des Sc. 1723.) und **Beccari** (Comm. Bonon. Vol. II. p. 232 ſqq.) haben die beſten Beobachtungen über dieſes Licht angeſtellt. Es hört auf, wenn das Thier in Fäulniß geht, oder eintrocknet, kan aber durch Schütteln im Waſſer oder Benetzung wieder hervorgebracht werden. Weingeiſt oder Eſſig nimmt es augenblicklich hinweg. Dieſe Pholaden machen das ganze Waſſer oder die Milch, worinn man ſie ſchüttelt, leuchtend. Eine einzige machte 7 Unzen Milch ſo glänzend, daß man die Geſichtszüge der Umſtehenden erkennen konnte. Im luftleeren Raume ſchien das Leuchten aufzuhören; wenn man das Thier in Honig aufbewahrte, dauerte es über ein Jahr. Außerdem leuchten unter den Seegewürmen auch die **Nereiden**, **Meduſen**, und **Seefedern** (Pennatulae), die in unzählbarer Menge im Meere herumſchwimmen.

Daß **faules Fleiſch** leuchte, bemerkte zuerſt **Fabricius ab Aquapendente** (De viſione etc. Venet. 1600. fol.) am Lammfleiſche. **Bartholin** (De luce animal. p. 184.) beſchreibt eine zu Montpellier 1641 gemachte Beobachtung, da ein Stück Fleiſch in einzelnen Punkten leuchtete, als ob es mit Diamanten überſtreut wäre. **Boyle** ſahe etwas ähnliches 1672 an einem noch eßbaren Stücke Kalbfleiſch (Philoſ. Trans. no. 89.). Ganz vorzüglich aber bemerkt man dieſes Leuchten an faulenden **Fiſchen**. Hierüber hat **Boyle** (Phil. Trans. no. 31. p. 581. Ab-

handl. zur Naturg. Phyſik und Oekon. aus den Phil. Trans., Leipz. 1779. gr. 4. I. Th. S. 228. u. f.) viele Verſuche angeſtellt, und gefunden, daß dieſes Licht durch Hinwegnehmung der Luft ſogleich aufgehoben oder doch beträchtlich vermindert wird. Boyle bediente ſich dazu der Weißfiſche (whitings). D. Beal (Philoſ. Trans. no. 13. p. 226. Abhl. aus den Phil. Tr. Th. I. S. 242.) fand eine Salzbrühe, worinn friſche Makrelen gekocht waren, nachdem ſie einige Tage geſtanden hatte, ſo leuchtend, daß Tropfen davon auf dem Boden und auf dem Handteller leuchteten. Die Fiſche ſelbſt leuchteten noch ſtärker, aber blos auf der obern Seite. Am folgenden Tage zeigte ſich das Licht beym Umrühren noch ſtärker, und die Fiſche leuchteten nun auf beyden Seiten. Nach zween Tagen giengen ſie ganz in Fäulniß, und zeigten kein Licht weiter. Martin (Schwed. Abhdl. XXIII. B. S. 225.) glaubt, daß alle Seefiſche leuchten, beſonders die mit weißen Schuppen. Beſprengung mit Salz und gelinde Erwärmung vermehrten das Leuchten; ſtarke Hitze und Trocknung nahmen es hinweg. Canton's Verſuche (Philoſ. Trans. Vol. LIX. p. 446 ſq.) ſind die genauſten. Ein friſcher Weißfiſch in Seewaſſer gelegt, leuchtete nach 24 Stunden. Das Waſſer ſchien zwar dunkel, als er aber mit einem Stöckchen hindurchfuhr, leuchtete der Strich, und nach einigem Umrühren das ganze Waſſer. Nach 48 Stunden war es am hellſten, aber nach drey Tagen leuchtete es nicht mehr. Noch ſtärker war das Leuchten des Seewaſſers, in welches er einen Hering gelegt hatte; in der dritten Nacht konnte man nach dem Umrühren die Zeit an der Uhr dabey erkennen. Es verſchwand erſt am ſiebenten Tage; ſüßes Waſſer mit einem eingelegten Heringe aber blieb die ganze Zeit über dunkel. Salzwaſſer von gleicher Stärke mit dem Seewaſſer verhielt ſich, wie Seewaſſer ſelbſt; in ſehr geſalzenem aber leuchtete der Fiſch gar nicht. Der Hering hatte ſich im letztern völlig gut erhalten, im erſtern war er weich und faulicht geworden. Man ſieht aus allem dieſen deutlich, daß das Leuchten von der Neigung zur Fäulniß oder von dem Anfange derſelben herkömmt, welcher nach

Pringle (Exp. on ſeptic. and antiſeptic ſubſtances) durch Seewaſſer oder ſchwachgeſalzenes Waſſer befördert wird, da hingegen ſtark geſalzenes die Fäulniß hindert. Hieraus erklärt ſich auch, wenigſtens zum Theil, das Leuchten des Meerwaſſers, ſ. **Meer**.

Ueber das **faule Holz** hat **Boyle** die meiſten Verſuche im October 1667 gemacht. Der Glanz deſſelben verſchwand im luftleeren Raume, jedoch nicht augenblicklich wie bey den Fiſchen, ſondern erſt nach kurzer Zeit. In verdichteter Luft bemerkte er keine Vermehrung des Leuchtens, auch fand er den Zutritt der freyen Luft nicht nöthig; denn das Holz leuchtete auch in einer verſchloßnen Glasröhre. In allen Flüßigkeiten aber verlohr es ſeinen Glanz, ſo wie auch in ſtarker Kälte, die durch erkältende Miſchungen hervorgebracht war. Inzwiſchen ward es durch das Leuchten nicht abgezehrt; man konnte auch durchs Thermometer nicht den geringſten Grad von Hitze daran entdecken. **Boyle** macht eine umſtändliche Vergleichung zwiſchen dem Lichte der glühenden Kohlen und des faulen Holzes oder der Fiſche, um zu zeigen, worinn ſie übereinkommen, oder von einander abgehen. Unter andern bemerkt er, daß das Zuſammenquetſchen die Kohle augenblicklich auslöſche, dem Holze aber nichts von ſeinem Lichte benehme.

Auch die Elektricität zeigt im Dunkeln ein Licht, das beſonders in ſehr verdünnter Luft, oder im Boyliſchen Vacuum ſehr lebhaft wird, ſ. **Elektricität, leidner Vacuum**. Da Glas, an Queckſilber gerieben, Elektricität erhält, ſo erklärt ſich hieraus das Leuchten einiger Barometer, wenn ſie im Dunkeln geſchüttelt werden, ingleichen der luftleeren Glasröhren, worinn etwas Queckſilber befindlich iſt. Dieſe Röhren hat **Hawksbee** (Philoſ. Trans. 1708 ingl. Phyſico-mechanical exp. Lond. 1709. 8.) **Queckſilber-phosphoren** (Phoſphoros ſ. Noctilucas mercuriales) genannt; aber ihr Licht iſt, wie er ſelbſt richtig angiebt, blos eine elektriſche Erſcheinung.

Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel, S. 407. u. f.

Libration, ſ. Schwanken des Mondes.

Licht, Lux, Lumen, *Lumiere.* Das, was die Körper ſichtbar macht. Es iſt ſehr natürlich, daß bey der Erleuchtung und bey dem Sehen, irgend etwas von dem leuchtenden Körper bis zum erleuchteten, und von dem Geſehenen bis zum Auge, fortgehen muß, es mag nun dieſes eine eigne Materie, oder blos die Bewegung eines Zwiſchenmittels ſeyn. Ohne ſolche Verbindungen wäre doch keine Einwirkung entfernter Körper in einander und in unſer Auge begreiflich. Dieſes Etwas, es beſtehe worinn es wolle, nennen wir **Licht**, und ſo bedeutet dieſes Wort die unbekannte Urſache der Erleuchtung und des Sehens.

Gewiſſe Körper ſind an ſich ſichtbar, ſ. **Leuchtende Körper**, andere werden es erſt durch Hülfe der leuchtenden, und heißen alsdann **erleuchtet**, ſ. **Dunkle Körper**. Man ſtellt ſich alſo vor, daß die leuchtenden das Licht urſprünglich von ſich ausſenden, die erleuchteten hingegen blos dasjenige Licht, das ſie von den leuchtenden empfangen, von ihrer Oberfläche ins Auge zurückſchicken. Wiederum verſtatten gewiſſe Körper dem Lichte den Durchgang, daher man andere Körper durch ſie ſehen kan, ſ. **Durchſichtig**; andere ſchicken das Licht zurück, oder unterbrechen ſeinen Fortgang, und heißen **undurchſichtige Körper**.

Man ſieht einen Körper nicht mehr, wenn **in der geraden Linie** zwiſchen ihm und dem Auge ein undurchſichtiger Körper ſteht. Auch erleuchtet der leuchtende Körper den dunkeln nicht mehr, wenn ſich **in der geraden Linie** zwiſchen beyden ein undurchſichtiger Körper befindet. Dies zeigt, daß ſich das Licht, was es auch ſeyn mag, **in geraden Linien** fortpflanze. Das Auge ſieht leuchtende und erleuchtete Körper von allen Seiten her, wo nichts Undurchſichtiges im Wege ſteht. Daher muß ſich das Licht von jedem phyſiſchen Punkte eines ſichtbaren Körpers nach allen Seiten zu in geraden Linien ausbreiten, ſo wie die Halbmeſſer einer Kugel vom Mittelpunkte derſelben nach allen Seiten zu ausgehen.

Dieſe geraden Linien, nach welchen ſich das Licht fortpflanzt, heißen **Lichtſtralen** (radii lucis, *rayons de lumiere*). Die Vorſtellung derſelben iſt den Erſcheinungen

völlig gemäß, und verſchafft den großen Vortheil, daß ſich nun die Unterſuchung der Geſetze des Lichts, unabhängig von allen Hypotheſen über das Weſen deſſelben, auf Betrachtung gerader Linien, d. i. auf Geometrie bringen läßt, daher dieſe Lehren vom Lichte, unter dem Namen der optiſchen Wiſſenſchaften einen Haupttheil der angewandten Mathematik ausmachen. Man ſ. die Artikel: **Optik, Dioptrik, Katoptrik, Brechung, Zurückwerfung, Beugung des Lichts, Auge, Sehen, Bild,** und andere, auf welche bey den hier genannten verwieſen wird.

An gegenwärtiger Stelle, wo blos vom Lichte im Allgemeinen die Rede iſt, will ich nach einigen Bemerkungen über Stärke, Geſchwindigkeit und Feinheit des Lichts, die vornehmſten Hypotheſen über das Weſen dieſes wichtigen phyſikaliſchen Gegenſtands anführen.

Stärke des Lichts.

Das Licht, welches von dem leuchtenden Punkte A, Taf. XIII. Fig. 103. auf eine Fläche bc fällt, bildet eine **Stralenpyramide** Abc, oder einen **Stralenkegel**, in welchem die Lichtſtralen bey weiterm Fortgange immer weiter aus einander fahren. Dieſelbe Menge von Licht nemlich, die bey b durch die Fläche bc ausgebreitet iſt, verbreitet ſich, wenn ſie bis B fortgeht, durch die größere Fläche BC, welche ſich zu bc, wie $AB^2 : Ab^2$, verhält. In eben dieſem Verhältniſſe muß alſo die Wirkung dieſes Lichts, oder die Erleuchtung bey B ſchwächer, als bey b ſeyn, d. i. **die Erleuchtung nimmt in dem Verhältniſſe ab, in welchem das Quadrat der Entfernung vom leuchtenden Punkte zunimmt.**

Eben ſo einleuchtend iſt es, daß ſich die Stärke der Erleuchtung, unter übrigens gleichen Umſtänden, wie die Menge der leuchtenden Punkte, oder, **wie die Größe der leuchtenden Oberfläche**, verhalten müſſe. Daher erleuchten in gleicher Entfernung zwo Kerzen doppelt ſo ſtark, als eine. Geht man des Abends von einem Lichte ſo weit, daß man eine gewiſſe Schrift gerade noch leſen kan, ſo

wird man, um ſie noch zu leſen, wenn man doppelt ſo weit davon gegangen iſt, vier Lichter, und wenn man ſich dreymal ſo weit entfernt hat, neun Lichter anzünden müſſen.

Wenn Lichtſtralen ſchief auf eine Fläche fallen, ſo faßt ſie deren weniger auf, als wenn ſie ihnen ſenkrecht entgegengeſtellt wird. Hiebey verhält ſich die Menge der Stralen, oder die Stärke der Erleuchtung, **wie der Sinus des Neigungswinkels** der Fläche gegen das Licht. So wird ein Blatt Papier von der Sonne nur halb ſo ſtark als ſonſt erleuchtet, wenn es ihren Stralen unter einem Winkel von 30° entgegengekehrt wird.

Endlich richtet ſich auch die Erleuchtung nach dem **Sinus des Winkels, den die Stralen mit der leuchtenden Fläche machen** (anguli emanationis). So erleuchtet der Rand der Sonne eben ſo ſtark, als das Mittel, gerade ſo, als ob das Ganze nicht eine Kugel, ſondern eine platte Scheibe wäre. Denn obgleich die Theile am Rande der Sonne mehr leuchtende Punkte enthalten, als die gleich groß ſcheinenden Theile im Mittel, ſo machen doch die Stralen, welche vom Rande zu uns kommen, einen weit ſchiefern Winkel mit der Sonnenfläche, als die aus der Mitte. **Bouguer** glaubt ſogar das Sonnenlicht gegen den Rand zu ſchwächer, als um die Mitte, gefunden zu haben, und vermuthet, das ſchief ausgehende Licht werde noch mehr geſchwächt, als im Verhältniſſe des Sinus vom Emanationswinkel. **Euler** hingegen (Mém. de l'Acad. de Berlin 1750.) hat bey ſeinen Beſtimmungen der Lichtſtärke den Emanationswinkel gar nicht in Betrachtung gezogen.

Auf die angeführten vier Grundſätze hat **Lambert** (Photometria, Aug. Vind. 1760. 8.) ſeine Meſſungen des geradlinigt fortgepflanzten Lichts gebaut, wobey er die erleuchtende Kraft des leuchtenden Körpers (vis illuminans), die geſehene Helligkeit deſſelben (claritas viſa), und die Erleuchtung (illuminatio) unterſcheidet. Die vorher angeführten Sätze gelten blos von der letztern. Es iſt aber dabey noch auf die Schwächung zu ſehen, welche das Licht in der Luft, durch die es gehet, leiden muß. Wenn die Sonne

in ein Zimmer zwiſchen zugezognen Vorhängen durchſcheinet, ſo ſieht der, der ſeitwärts ſteht, einen hellen Strich, in dem glänzende Sonnenſtäubchen ſpielen, zum Beweiſe, daß ein Theil des Lichts, welches gerade fortgehen ſollte, in der Luft aufgehalten und zur Seite gebracht wird. Daß **Bouguer** dieſe Schwächung des Lichts geringer, als **Lambert**, ſetzt, iſt ſchon bey dem Worte: **Durchſichtigkeit** (Th. I. S. 644.) angeführt worden. Der letztere hat ſeine Unterſuchungen hierüber auch auf die Erleuchtung des Luftkreiſes durch die Sonne ausgedehnt, und gefunden, daß die Helligkeit der Luft oder des Taglichts theils im Horizonte, theils in der Gegend der Sonne ſelbſt am ſtärkſten iſt. Steht z. B. die Sonne 40° hoch, und wird die Helligkeit eines von der Sonne beſchienenen Theilchens außerhalb der Atmoſphäre $= 1$ geſetzt, ſo iſt die Helligkeit im Horizonte $= \frac{1}{2}$; in der Gegend der Sonne $= \frac{7}{20}$; im Zenith $= \frac{1}{4}$.

Die **geſehene Helligkeit** iſt von der Erleuchtung zu unterſcheiden; bey den Planeten z. B. iſt der geſehene Glanz ſehr merklich, die Erleuchtung durch ſie aber ganz unbeträchtlich. **Wolf** vermengt beyde, wenn er in ſeiner Optik ſagt, daß entfernte Gegenſtände deswegen dunkler ſcheinen, weil das Licht umgekehrt, wie das Quadrat der Entfernung abnehme. So haben auch **Ries** (Mém. de Berlin, 1750. p. 218.) und **Euler** (ebend. p. 280.) auf dieſen Unterſchied keine Rückſicht genommen. Nach Herrn **Klügels** richtiger Bemerkung (**Prieſtley's** Geſch. der Optik, S. 313.) ſind hiebey noch **ſcheinbare Helligkeit**, die mit vom Urtheile der Seele abhängt, **relative geſehene Helligkeit**, wobey die Ausbreitung des Bildes im Auge mit in Betrachtung kömmt, und **abſolut wahre Helligkeit** zu unterſcheiden, welche letztere ſich bey gleicher Oefnung der Pupille und gleicher Entfernung, wie die Dichte der Stralen beym Auge, verhält, bey andern Oefnungen der Pupille aber ſich im Verhältniß der Größe dieſer Oefnungen ändert. Die Dichte der Stralen beym Auge aber verhält ſich wieder direct, wie die Intenſität oder erleuchtende Kraft, und verkehrt, wie das Quadrat der

Entfernung. Daher ſind abſolut wahre Helligkeiten, wie die Intenſitäten des Lichts multiplicirt in die Oefnungen des Auges, und dividirt durch die Quadrate der Entfernungen. Dieſe Art der Helligkeit muß in den theoretiſchen Unterſuchungen gebraucht werden, dagegen man bey den Verſuchen die relative und ſcheinbare Helligkeit findet. Man ſieht hieraus, wie es möglich iſt, aus Verſuchen Schlüſſe auf geſehene Helligkeit und Intenſität des Lichts zu machen.

Um ein Beyſpiel der Reſultate anzuführen, findet **Bouguer** die Helligkeit der Sonne 300000mal ſtärker, als die des Monds. Er fieng nemlich Sonnenlicht und Mondlicht, beydes aus einer Höhe von 31° mit einem Hohlglaſe auf, das in einer Oefnung von 1 Lin. Durchmeſſer im Laden angebracht war. Das Sonnenlicht in einen Kreis von 108 Lin. Durchmeſſer ausgebreitet, ſchien gleich ſtark mit dem Scheine einer $1\frac{1}{3}$ Fuß entfernten Kerze: das Mondenlicht durch einen Kreis von 8 Lin. verbreitet, that gleiche Wirkuug mit einer 50 Fuß (d. i. $37\frac{1}{2}$mal weiter) entfernten Kerze. Nun iſt die Erleuchtung von der erſten Kerze ſo vielmal ſtärker, als die Erleuchtung von der zweyten, ſoviel die Quadratzahl von $37\frac{1}{2}$ beträgt, d. i. $1416\frac{1}{4}$ mal. Im Kreiſe von 8 Lin. war aber auch das Licht noch ſo vielmal concentrirter, als im Kreiſe von 108 Lin., ſoviel die Quadratzahl von $13\frac{1}{2}$ beträgt, d. i. $182\frac{1}{4}$mal. So gab der Verſuch das Sonnenlicht $182\frac{1}{4} \times 1416\frac{1}{4}$mal oder 256289mal ſtärker, als das Mondlicht. Das Mittel aus mehrern Verſuchen giebt 300000 für die mittlere Weite des Monds von der Erde. **Lambert** findet unter der Vorausſetzung, daß der Mond den vierten Theil des auffallenden Lichts zurückwirft, oder daß ſeine Weiße = $\frac{1}{4}$ iſt, die Sonne 277000mal heller, als den Mond. Dieſe Helligkeit des Monds iſt genau ſo groß, als die des Taglichts oder heitern Himmels. Sie ſcheint aber doch Hrn. L. noch zu groß angegeben zu ſeyn, indem das weißeſte Bleyweiß nur $\frac{2}{5}$ der erhaltenen Stralen zurückwerfe. Er trägt hierauf ſehr ſinnreiche Berechnungen der Helligkeit des Monds in den verſchiedenen Phaſen vor, und handelt dann von den

Planeten, deren geſehene Helligkeit er, wenn die Weiße bey allen gleich geſetzt wird, für Saturn, Jupiter und Mars in der Oppoſition, wie 1; 22; 10; für Venus und Merkur in der Dichotomie, wie 307; 97 angiebt. Dieſe Verhältnißzahlen ſind aber noch durch die Größe des Bildes von jedem Planeten auf der Netzhaut zu dividiren.

Dies kan wenigſtens als eine Probe deſſen dienen, was man unter Stärke des Lichts zu verſtehen, und bey den Unterſuchungen derſelben zu beobachten hat, von denen man noch einige hiſtoriſche und litterariſche Nachrichten bey dem Worte: **Photometrie**, finden wird.

Geſchwindigkeit des Lichts.

Schon **Galilei** und nach ihm die Mitglieder der Akademie del Cimento zu Florenz hatten vergeblich verſucht, die Geſchwindigkeit des Lichts durch Fackeln zu meſſen, welche in gewiſſen Entfernungen von einander geſtellt und in einerley Augenblicke aufgedeckt werden ſollten (*Muſſchenbroek* Tentam. exper. acad. del Cimento, Lugd. Bat. 1731. 4. P. II. p. 183). Dieſe Verſuche mußten nothwendig mißlingen, da keine Entfernung auf der Erde groß genug iſt, zum Maaßſtabe einer ſo erſtaunenswürdigen Geſchwindigkeit zu dienen.

Endlich gelangte man zu dieſer Entdeckung, ohne ſie zu ſuchen. **Olof Römer**, ein Däne von angeſehener Familie, der ſich damals zu Paris aufhielt, hatte mit dem ältern **Caſſini** auf der königlichen Sternwarte zwiſchen den Jahren 1670 und 1675 viele Verfinſterungen der Jupitersmonden beobachtet. Sie hatten dabey gefunden, daß der erſte Mond nicht immer zur berechneten Zeit aus dem Schatten trat, wie denn z. B. am 9 Nov. 1676 ſein Austritt um 10 Min. ſpäter erfolgte, als es im Auguſt geſchehen war, da die Erde dem Jupiter näher geſtanden hatte. So verſpätigten ſich die Austritte immer mehr, je weiter ſich die Erde vom Jupiter entfernte, und die Eintritte erfolgten von Zeit zu Zeit früher, je mehr ſie ſich demſelben

wieder näherte. Wenn Taf. IX. Fig. 30. die Erde durch DAC gieng, und man alſo blos die Austritte bey m bemerkte, ſo wurden ſie immer ſpäter geſehen, ſo daß der größte Unterſchied, wenn die Erde bey C war, über 14 Min. betrug; dagegen erfolgten im Laufe durch CBD die Eintritte bey e immer früher, je weiter die Erde gegen D heran kam. **Römer** ſchloß hieraus, daß dieſe Ungleichheit, welche offenbar von dem Abſtande der Erde und des Jupiters abhieng, eine Folge davon ſey, daß das Licht auf ſeinem Wege zur Erde über 14 Min. eher in den Stellen bey D, als in denen bey C anlange, und alſo über 7 Min. Zeit brauche, um durch die Helfte der Linie CD, oder von der Sonne S bis zur Erde zu kommen. Dieſe Muthmaßung legten **Caſſini** und er ſchon 1675 der pariſer Akademie vor.

Descartes hatte aus den Sonnen- und Mondfinſterniſſen geſchloſſen, daß ſich das Licht augenblicklich (in inſtanti) fortpflanze, und dieſer Satz machte einen weſentlichen Theil ſeiner Hypotheſe vom Lichte aus. Daher fand **Römers** Behauptung bey der Akademie, welche noch ſehr carteſianiſch geſinnt war, Widerſpruch. **Caſſini** ſelbſt und **Maraldi** erklärten ſich dagegen, und ſuchten die bemerkte Ungleichheit aus der Eccentricität der Bahn der Jupitersmonden herzuleiten (ſ. *Weidler* Hiſt. aſtr. p. 540.); **Huygens** und **Newton** aber nahmen dieſe Entdeckung mit Beyfall auf, und ſeitdem ſie **Bradley** im J. 1728 ſo ſchön zur Erklärung der Aberration benützt hat, ſ. **Abirrung des Lichts**, zweifelt kein Sachverſtändiger mehr an ihrer vollkommenen Richtigkeit.

Das Licht pflanzt ſich alſo nicht augenblicklich, ſondern allmählig fort (propagatio ſucceſſiva) d. i. ſo, daß es zu ſeiner Bewegung einige Zeit braucht. **Bradley's** genauere Beſtimmungen (Philoſ. Trans. no. 485.) haben gezeigt, daß die Zeit, die es braucht, um durch DC oder den Durchmeſſer der Erdbahn zu kommen, 16 Min. 15 Sec. betrage, daher es von der Sonne bis zu uns in 8 Min. $7\frac{1}{2}$ Secunde gelangt. Dieſe Geſchwindigkeit übertrifft an Größe alle andere, die wir kennen. Sie iſt 10313mal größer als die, mit welcher die Erde um die Sonne läuft,

und giebt in einer einzigen Secunde einen Weg von mehr als 40000 Meilen, welche die Geſchwindigkeit einer Kanonenkugel mehr als $1\frac{1}{2}$ Millionenmal, und die des Schalls beynahe 976000 mal übertrifft.

Feinheit des Lichts.

Die Lichtſtralen müſſen äußerſt fein ſeyn, ſie mögen nun in materiellen Ausflüſſen, oder in fortgepflanzten Schwingungen eines Zwiſchenmittels beſtehen. Durch die geringſte Oefnung, durch einen Nadelſtich im Kartenblatte, ſehen wir eine unzählbare Menge von Körpern. Von jedem Punkte dieſer Körper müſſen alsdann Lichtſtralen in unſer Auge kommen, und ſo müſſen deren eine unglaubliche Menge durch das mit der Nadel geſtochene Loch gehen, ohne einander zu ſtören oder ſich zu vermiſchen.

Man hat aus dieſer äußerſt großen Feinheit beweiſen wollen, daß das Licht nicht in materiellen Ausflüſſen beſtehen könne, weil ſich keine Materie von ſolcher Feinheit denken laſſe, daß unzählbare Ströme von ihr durch eine ſo kleine Oefnung, ohne ſich zu hindern, dringen könnten. Allein man hat gar nicht nöthig, ſich den Fortgang des Lichts, als einen ununterbrochnen Strom zu denken, obſchon in der Empfindung des Sehens keine Unterbrechung wahrgenommen wird. Herr **von Segner** (Progr. de raritate luminis, Gott. 1740. 4.) folgert aus der Beobachtung einer im Kreiſe geſchwungnen glühenden Kohle, welche einen ununterbrochnen leuchtenden Kreis zu bilden ſcheint, daß der Eindruck des Lichts auf die Netzhaut eine halbe Secunde daure; **d'Arcy** ſetzt dies ſogar auf $2\frac{2}{3}$ Secunden, ſ. **Geſichtsbetrüge**. Nimmt man aber auch nur 6 Tertien an, ſo beſchreibt in dieſer Zeit das Licht einen Weg von 5 Halbmeſſern der Erde. Folglich können die Lichtſtralen aus Theilchen beſtehen, die einander in Entfernungen von 5 Erdhalbmeſſern folgen, ohne daß die Empfindung des Lichts im Auge unterbrochen wird. Man kan dieſe Entfernung noch weit größer machen, wenn man annimmt, daß nicht alle Punkte einer ſichtbaren Stelle zu-

gleich Licht ausſenden, ſondern mit einander abwechſeln. Hiebey wird der Durchmeſſer jedes Theilchens, wenn es auch materiell iſt, unvergleichbar klein gegen die Entfernung zweyer auf einander folgenden, und es bleibt zwiſchen ihnen Platz genug übrig, um alle Begegnung und Störung zu verhüten. Eben dies haben auch **Melville** (Edinburgh Eſſays, Vol. II. p. 17.) und **Canton** (Philoſ. Trans. Vol. LVIII. p. 344.) vorgetragen.

Aus dieſer großen Feinheit des Lichts erklärt ſich auch, warum man bey aller ſeiner Geſchwingkeit keinen Stoß deſſelben gegen andere Körper, oder vielmehr kein merkliches **Moment** dieſes Stoßes hat bemerken können. **Homberg** (Mém. de Paris, 1708.) glaubte zwar, durch den Stoß der Sonnenſtralen im Brennpunkte leichte Körper in Bewegung geſetzt, und eine Uhrfeder ſchwingend gemacht zu haben; auch findet man ähnliche Beobachtungen von **Macquer** bey dem Worte: **Brennglas** (Th. I. S. 448.) angeführt. **Mairan** (Mém. de Paris, 1747.), der ſich mit **dü Fay** hierüber viel Mühe gab, konnte nichts dergleichen finden. Hingegen führt **Prieſtley** (Geſchichte der Optik, durch **Klügel**, S. 282.) einen Verſuch von **Michell** an, wobey ein kleines Blättchen Kupfer, an einer Clavierſaite, die wie eine Magnetnadel, mit einem Achathütchen auf einem Stifte im Gleichgewichte ruhte, und gegen die Bewegungen der Luft geſchützt war, durch den Stoß der Lichtſtralen im Brennpunkte eines Hohlſpiegels wirklich bewegt ward, und eine Geſchwindigkeit von 1 Zoll in einer Secunde erhielt. **Prieſtley** berechnet hieraus, da das ganze Inſtrument 10 Gran wog, ſo habe die Maſſe des in einer Secunde auf das Blättchen gefallenen concentrirten Lichts mehr nicht, als ein Zwölfhundertmilliontheilchen eines Grans betragen.

Hypotheſen über die Natur des Lichts.

Die Meynungen der alten Weltweiſen über das Licht ſind von Herrn **Klügel** (in den Zuſ. zu Prieſtley's Geſchichte der Optik. S. 20 u. f.) aus den Quellen geſamm-

let. **Plutarch** (De placitis philoſ. IV. 13. 14.) führt einige derſelben an. **Demokrit** und **Epikur** erklärten das Sehen durch unendlich feine Bilder der Gegenſtände, die von ihnen immerfort ins Auge flöſſen: andere, z. B. **Empedokles, Hipparchus** und **Plato** (im Timäus) ließen das Licht ſowohl aus den Augen, als aus den Gegenſtänden ausgehen, und beyderley Ausflüſſe ſich unterwegs begegnen. **Empedokles** ſagte, daß die Abflüſſe auf der Oberfläche der Spiegel hängen blieben, daß aber etwas Feuriges aus dem Spiegel komme, und ſie durch die Luft fortführe. **Ariſtoteles** (De mente II. 7.) drückt ſich über das Licht ſo aus, als ob er es für eine Bewegung in irgend einem Zwiſchenmittel hielte. „Das Licht, ſagt er, iſt etwas Durch„ſichtiges, aber nicht für ſich, ſondern durch die Farbe „eines andern Dinges. Die Farbe beweget das Durch„ſichtige, und dieſes, als etwas Zuſammenhängendes, be„weget den fühlenden Sinn. Das Auge kan nicht von der „Farbe unmittelbar gerührt werden. Es muß ein Mittel „da ſeyn — Für den Schall iſt die Luft das Mittel. Das „Licht iſt kein Feuer, kein Körper, auch kein Ausfluß eines „Körpers, ſondern die Gegenwart eines ſolchen Dinges in „dem Durchſichtigen." So dunkel auch dieſe Stelle iſt, ſo ſcheint ſie mir doch eher auf eine Bewegung in einem zuſammenhängenden Mittel, als nach Herrn **Klügels** Vermuthung auf eine Wirkung unkörperlicher Dinge zwiſchen dem Gegenſtande und dem Auge zu gehen. Inzwiſchen haben dieſe Aeußerungen des Ariſtoteles die Scholaſtiker veranlaſſet, das Licht für unkörperlich, oder nicht für eine Subſtanz, ſondern für eine Qualität, zu halten, und in den Körpern ſelbſt etwas zu ſuchen, was mit den Empfindungen des Auges und mit den Farben analog iſt, (quoniam nihil dat, quod non habet).

Baco (De augmentis ſcient. in Opp. Frf. 1653. fol. p. 119.) rechnet es unter die Deſiderata ſeiner Zeit, daß man das Licht blos mathematiſch betrachte, und die phyſikaliſchen Unterſuchungen über die Form und den Urſprung deſſelben vernachläßige. An einer andern Stelle (Opp.

p. 198.) äußert er, ſichtbare und hörbare Dinge kämen darinn überein, daß von beyden keine körperlichen Subſtanzen ausführen, oder merkliche Bewegungen des umgebenden Mittels verurſacht würden, ſondern blos gewiſſe propagines ſpiritales von unbekannter Natur dabey entſtünden.

Descartes (Princip. philoſ. P. III. §. 55. 63. 64. Dioptrica C. I. §. 3. 4. ſqq.) ließ die Sonne und die leuchtenden Körper aus den Theilchen ſeines erſten Elements beſtehen, und erfüllte den ganzen Weltraum mit den vollkommen harten Kügelchen des zweyten Elements, ſ. Aether. Die Theile der leuchtenden Körper ſind nach ihm in einer beſtändigen Bewegung; durch dieſe werden die Kügelchen des zweyten Elements geſtoßen, und da es zwiſchen denſelben keinen leeren Raum giebt, ſondern immer ein Kügelchen das andere auf das genauſte berühret, ſo pflanzt ſich dieſer Stoß durch alle geradlinigte Reihen dieſer Kügelchen in einem Augenbicke fort. So vergleicht er die Fortpflanzung des Lichts mit der Bewegung eines Stabs, deſſen letztes Ende in eben dem Augenblicke bewegt wird, in welchem man das erſte fortſtößt. Eine ſolche Bewegung oder Druck kan ſeiner Meynung nach auch vom Auge verurſachet werden, und er erklärt daraus, wie Katzen und andere Thiere, deren Augen leuchten, im Finſtern ſehen können. Dieſem Syſtem ſteht entgegen, daß ſich geradlinichte Kugelſtäbe von dieſer Art gar nicht denken laſſen, und daß die geringſte Bewegung dieſe Lage der Kügelchen ſtören müſte; auch daß ſich das Licht in der That nicht augenblicklich, ſondern allmählig, fortpflanzt. Wollte man kleine Räume zwiſchen dieſe Kugeln ſetzen, ſo würde ſich alsdann die Fortpflanzung des Lichts nicht mit den Geſetzen des Stoßes harter Körper vereinigen laſſen.

Daher haben auch die ſpätern Carteſianer die Härte der Kügelchen aufgegeben, und das Fluidum, wodurch das Licht fortgepflanzt wird, **elaſtiſch** angenommen. Der P. **Mallebranche** (Mém. de Paris, 1699. p. 32.) ſetzt an die Stelle der harten Kugeln kleine flüßige Wirbel, deren

jeder den empfangenen Eindruck an den nächſtliegenden mittheilt. **Huygens** (Traité de la lumiere, Leide, 1690. 4.) läßt das Licht ſo, wie den Schall, aus wellenförmig fortgepflanzten Wirbeln oder Schwingungen eines elaſtiſchen Mittels beſtehen, und nach Linien fortgehen, welche auf die Reihen der einzelnen neben einander liegenden Wirbel oder ihrer Mittelpunkte ſenkrecht ſtehen. Hieraus erweißt er das Geſetz der Brechung, und aus gewiſſen nicht kreisförmigen, ſondern elliptiſchen Lichtwellen erklärt er die Erſcheinungen des Doppelſpaths, ſ. **Brechung, Kryſtall, isländiſcher.**

Gaſſendi vertheidigte ſehr umſtändlich das Syſtem des Epikur, daß das Licht körperlich ſey, und die Sichtbarkeit der Gegenſtände von Theilchen herrühre, die immerfort von der Oberfläche der Dinge abfloſſen. Hingegen beſtritt **Du Hamel** (Aſtronomia phyſica, Paris, 1660. 4.) ſowohl das carteſianiſche, als das gaſſendiſche Syſtem, und ſahe das Licht, wie die Scholaſtiker, als eine Eigenſchaft der Körper an. Auch **Iſaak Voſſius** (De lucis natura et proprietate. Amſt. 1662. 4.) behauptete das Unkörperliche des Lichts, und ward dadurch in einen Streit mit den Carteſianern verwickelt.

So ſtand es um die Meynungen vom Lichte, als **Newton** ſeine zahlreichen neuen Entdeckungen über daſſelbe bekannt machte. Dieſer große Naturforſcher ſchränkte zwar ſeine Unterſuchungen blos auf die Erſcheinungen und Geſetze des Lichts ein; man ſieht aber doch aus ſeinen der Optik beygefügten Fragen, und aus dem ganzen Gange ſeiner Unterſuchungen deutlich, daß er geneigt war, die Lichtſtralen für die Wege **materieller**, aus den leuchtenden Körpern ausgefloßner, Theilchen zu halten, welche von andern Körpern angezogen würden, u. ſ. w. Dieſe Meynung iſt nun unter dem Namen des **Emanationsſyſtems** bekannt geworden, und man hat ſie durch alle dagegen gemachte Einwendungen bisher noch nicht widerlegen können. Vielmehr enthält ſie eine höchſt bequeme und paſſende Vorſtellungsart für alle Erſcheinungen des Lichts und der Farben, der

ſich in keinem andern Syſteme eine gleich leichte und einfache an die Seite ſetzen läßt. Sie iſt wenigſtens ein ſchönes Gleichniß, das man ſehr weit ausdehnen und gar nicht entbehren kan, wenn man von allen Phänomenen des Lichts auf eine gleichförmige Art Rechenſchaft geben will. Man hat aber dieſes Emanationsſyſtem vornehmlich mit folgenden, meiſtens von **Euler** vorgebrachten, Gründen beſtritten.

„Die Sonne," ſagt man, „müßte durch das unaufhörliche Ausſtrömen einer Materie aus allen ihren Punkten und nach allen Seiten längſt erſchöpft ſeyn." **Euler** berechnet, wenn der Verluſt der Sonne in 5000 Jahren unmerklich ſeyn ſollte, ſo müſſe die Dichte der Sonnenſtralen an der Erde eine Trillion mal geringer ſeyn, als die Dichte der Sonne ſelbſt, welches ihm unbegreiflich dünkt. Kan man aber wohl irgend einen Satz, blos einer großen Zahl halber, für unbegreiflich erklären? Ueberdies ſind die Lichtſtralen auch nicht für **ununterbrochne Ströme** anzunehmen, wie etwa die Waſſerſtralen eines Springbrunnens, mit denen ſie **Euler** (Briefe an eine deutſche Prinz. 17 Brief.) ſehr unbillig vergleicht. Was im Vorigen von der Feinheit des Lichts angeführt worden iſt, beweißt, daß man die Maſſe der Lichtſtralen über alle Vorſtellung gering annehmen darf, und wenn der daſelbſt erwähnte Verſuch von **Michell** richtig iſt, ſo wird nach **Prieſtley's** Rechnung (Geſch. der Optik. S. 283.) jeder Quadratfuß auf der Oberfläche der Sonne in einem Tage nur zween Gran Maſſe verlieren, wodurch der Halbmeſſer der Sonne, wenn ſie nur die Dichte des Waſſers hätte, in 6000 Jahren nicht mehr, als etwa um 10 Fuß kleiner werden würde. **Newton** ſieht es noch außerdem als möglich an, daß zu Erſetzung dieſes Verluſts Kometen in die Sonne fallen können.

Man hat ferner gefragt: „wo denn dieſe Menge von „Licht, welche unaufhörlich auf die Körper fällt, hernach „bleibe?" Aber zu geſchweigen, daß der größte Theil der Stralen von der Erdfläche wieder zurück geſendet wird, bringt auch das Licht in den Körpern ſelbſt, in Abſicht auf Wärme,

Miſchung, Entwicklung von Luftgattungen, Vegetation ꝛc. Veränderungen hervor, die kein Kenner der Phyſik und Chymie in Zweifel ziehen wird.

„Es iſt unbegreiflich, fährt man fort, daß ſich eine „Materie mit ſo ungeheurer Geſchwindigkeit, wie das Licht, „bewegen ſollte.“ Dieſer Einwurf ſagt doch nichts weiter, als daß wir dieſe äußerſt geſchwinde Bewegung mit keiner andern bekannten vergleichen können. Dürfen wir aber wohl unſere eingeſchränkten Kenntniſſe und Vorſtellungen zum Maaßſtabe des Möglichen machen?

„Ferner müßte eine ſolche Menge von Materie, die den „ganzen Himmelsraum einnimmt, und mit einer ſo ge„waltigen Geſchwindigkeit bewegt wird, die Planeten in „ihrem Laufe ſtören.“ **Euler**, der hiebey Newton einer großen Inconſequenz beſchuldiget, ſ. **Aether**, braucht dies eigentlich, als einen Defenſivgrund für ſeine bald anzuführende Hypotheſe. Wenn die Newtonianer, ſagt er, den Himmelsraum mit Lichtſtrömen anfüllen, ſo müſſen ſie mir auch erlauben, ihn mit Aether anzufüllen, ohne ihre Argumente für die Leere der Himmelsräume gegen mich zu brauchen. Hierinn ſcheint er auch Recht zu haben. Die Schwierigkeit iſt eigentlich allen Syſtemen gemein, die das Licht nicht gar als eine Wirkung unkörperlicher Dinge anſehen. Sie läßt ſich aber heben, wenn man nur die Materien dünn genug annimmt, wodurch der Widerſtand unmerklich klein wird. Nun iſt die große Dünne und Feinheit des Lichts im Emanationsſyſtem außer allem Zweifel. Man muß nur nicht Verhältniſſe darum für unbegreiflich halten, weil ſie durch große Zahlen ausgedrückt werden, wie **Euler** thut, der doch ſelbſt ſeinen Aether 387 Millionenmal dünner, als die Luft, ſetzen muß.

„Auch müßten dieſe unzählbaren Lichtſtralen, die ſich „überall nach ſo vielen Richtungen durchkreuzen, einander „ſtoßen, ſich in ihren Bewegungen aufhalten, oder einer „des andern Richtung ändern.“ Dies gründet ſich wiederum auf die falſche Vorausſetzung, daß das Licht in ununterbrochnen Strömen ausfließe. Man darf nur eine

ganz kleine Zeit zwiſchen der Ausſendung zweyer in eben demſelben Strale ſich folgender Lichttheilchen annehmen, z. B. $\frac{1}{150}$ einer Secunde, welches zur ununterbrochnen Empfindung des Lichts im Auge überflüßig hinreichend iſt, ſo ſind die nächſten Theilchen bey ihrer großen Geſchwindigkeit viele tauſend Meilen hinter einander, und laſſen Platz genug für Millionen andere, welche zwiſchen ihnen hindurch gehen können.

„Endlich könnten materielle Stralen die **durchſichtigen Körper** nicht anders, als in geradlinigten Gängen „durchdringen. Denkt man ſich aber ſolche Gänge in einem Körper an allen Orten und nach allen Richtungen, „ſo bleibt kein Ort übrig, in welchen man die undurchdringliche Materie deſſelben ſtellen kan. Ein ſolcher Bau würde den durchſichtigen Körpern alle Materie, oder wenigſtens allen Zuſammenhang benehmen.“ Dieſen ſehr ſtarken Einwurf gegen das Emiſſionsſyſtem kan ich durch keine befriedigende Antwort heben. **Newton** erklärt freylich die Durchſichtigkeit nicht aus der geradlinigten Anordnung der Zwiſchenräume, ſondern aus der gleichförmigen Dichtigkeit und Anziehung der Theile, ſ. **Durchſichtigkeit.** Es bleibt doch aber immer wahr, daß materielles Licht nicht durch die undurchdringliche Matere ſelbſt gehen kan.

Vielleicht iſt das einzige, was ſich hierauf antworten läßt, dieſes, daß nicht überall da Continuität iſt, wo wir dergleichen zu ſehen glauben, ſ. **Stetigkeit.** Uns ſcheint freylich ein Glaswürfel ꝛc. in **allen** Punkten und nach **allen** Richtungen durchſichtig; vielleicht aber mag er es nur in **ſehr vielen** ſeyn. Stellen, an denen er kein Licht durchläßt, bemerken wir zwar nicht; ſie können aber eben ſowohl vorhanden ſeyn, als die Zwiſchenräume, die die Wärme durchlaſſen, und die wir eben ſo wenig bemerken. Auch laſſen durchſichtige Körper nie **alles** Licht durch, ſie ſchwächen daſſelbe vielmehr beträchtlich, wie ſchon bey dem Worte: **Duchſichtigkeit**, angeführt worden iſt. Wie Boſ-

cowich und Prieſtley dieſen Einwurf heben, werde ich am Ende dieſes Artikels anzeigen.

Dagegen laſſen ſich für das Emanationsſyſtem die einfachen und ungezwungnen Erklärungen anführen, die man in demſelben von der Brechung, Farbenverbreitung, Zurückwerfung und Beugung des Lichts geben kan, und welche ſämtlich auf der Anziehung beruhen, die ſich anders nicht, als bey vorausgeſetzter Materialität des Lichts, gedenken läßt. Man findet dieſe Erklärungen unter den Artikeln, welche den eben genannten Erſcheinungen des Lichts gewidmet ſind.

Inzwiſchen hat ſich Herr **Euler** (Nova theoria lucis et colorum in Opuſc. varii argum. Berol. 1746. 4. p. 169. ſeq.) durch die erzählten Schwierigkeiten bewogen gefunden, die von **Huygens** vorgetragne Hypotheſe, welche das Licht dem Schalle ähnlich macht (und im Grunde ſchon ein Gedanke des **Ariſtoteles** iſt), mit einigen Verbeſſerungen zu erneuern, und beſonders auf die durch Newton ſehr erweiterte Lehre von den Farben anzuwenden. Er hat dies mit vielem Scharfſinne und mit Anwendung ſeiner großen Stärke in mathematiſchen Berechnungen ſo glücklich ausgeführt, daß man es noch zur Zeit nicht wagen kan, zwiſchen ſeiner Theorie und dem Emanationsſyſtem völlig zu entſcheiden.

Euler nimmt eine höchſt feine, flüßige und elaſtiſche Materie durch den ganzen Weltraum verbreitet, an, der er mit Huygens den Namen **Aether** giebt. Dieſer Aether wird durch das Zittern der leuchtenden Körper eben ſo bewegt, wie die Luft durch die Schwingung der ſchallenden. Es entſtehen dadurch **Schläge** (pulſus) auf den Aether, die ſich, wie Wellen im Waſſer, nach allen Seiten verbreiten, ſo daß die Richtungen des Fortgangs den leuchtenden Punkt, wie die Halbmeſſer der Kugel ihren Mittelpunkt, umgeben. Dieſer Schläge folgen mehrere auf einander mit einer gewiſſen Geſchwindigkeit, und ihre Succeſſion in eben derſelben geraden Linie macht einen **Lichtſtral** aus. **Einfache** Lichtſtralen ſind, in denen alle Pulſus mit gleichen Zwiſchenzeiten auf einander folgen;

zuſammengeſetzte, deren Schläge durch ungleiche Zeiträume getrennt ſind. Die einfachen ſind wieder verſchieden, je nachdem die Succeſſion der Schläge ſchneller oder langſamer iſt, und dies erregt im Auge die Empfindung der verſchiedenen einfachen Farben, ſ. **Farben**. Die Brechung rührt daher, weil die Wellen der Schläge an der brechenden Fläche andere Geſchwindigkeiten erhalten, und beym ſchiefen Einfall ein Theil der Welle eher an die Fläche trifft, als die übrigen, wodurch die Richtung der ganzen Welle geändert wird, ſ. **Brechung** (Th. I. S. 424.). Ich habe a. a. O. ſchon erinnert, daß ich die Nothwendigkeit einer Aenderung der Richtung der ganzen Welle hiebey nicht begreiſe.

Hieraus werden nun verſchiedene Erſcheinungen des Lichts und der Farben erklärt. Leuchtende Körper ſind, deren Oberfläche durch ihr Zittern dem Aether beſtändig Schläge mittheilt; ſpiegelnde, deren Theile durch das Licht nicht ſelbſt in Bewegung geſetzt werden, ſondern die Pulſus blos unter dem Reflexionswinkel zurückſenden; durchſichtige, welche die Pulſus durch ihre eigne Subſtanz fortpflanzen; undurchſichtige, deren Theile von dem Aether in Bewegung geſetzt werden, und dadurch wieder eben ſo, wie die leuchtenden, demſelben neue Schläge mittheilen. Inzwiſchen kan einerley Körper zu mehreren Claſſen zugleich gehören.

Wie hieraus die Farben erklärt werden, habe ich im Artikel: **Farben** (S. 150. u. f.) gezeigt, wo man aber auch (S. 152.) einige wichtige Einwendungen gegen dieſe Theorie finden wird. Die Erklärung der verſchiedenen Brechbarkeit oder Farbenzerſtreuung iſt in dieſem Syſtem ſehr unvollkommen und willkührlich. Die ſuccedirenden Schläge ſollen nemlich auf einander ſelbſt ſo einfließen, daß durch eine ſchnellere Succeſſion auch eine geſchwindere Fortpflanzung der ganzen Wellen bewirkt wird. Daraus führt **Euler** (Nova theoria etc. §. 81. 82.) eine Rechnung, die am Ende nichts Beſtimmtes giebt, und nur obenhin zeigt, daß die Größe der Brechung mit von der frequentia pul-

ſuum abhänge. Er nimmt willkührlich an, bey mehr Schlägen ſey die Brechbarkeit geringer. Beym Worte **Farben** S. 150. iſt ſchon erinnert, daß er in einer ſpätern Schrift gerade das Entgegengeſetzte angenommen hat. Und der Umſtand, daß ſich die Farbenzerſtreuung nicht nach der Größe der Brechung richtet, läßt ſich nach dieſer Theorie, nach der beydes von einerley Urſachen abhängt, gar nicht erklären, ſ. **Farbenzerſtreuung** (S. 175.).

Die Sichtbarkeit erleuchteter **dunkler Körper** leitet **Euler** nicht, wie Newton, von dem zurückgeworfenen Lichte, ſondern aus neuen, im dunkeln Körper erregten, Schwingungen ab, deren Geſchwindigkeit oder Farbe der Spannung ſeiner Theile gemäß iſt. Der Mond, ſagt er, wirft nicht das Licht der Sonne zurück, ſonſt würden wir nicht ihn ſelbſt, ſondern ein Sonnenbild in ihm ſehen. Auch könnten wir gar keine Farben ſehen, wenn die Körper das auffallende Licht zurückwürfen, weil die Zurückwerfung blos vom Einfallswinkel abhängt, und es alſo unerklärbar wäre, warum ein rother Körper in allen Fällen blos rothe Stralen nicht nur zurückwirft, ſondern auch nach allen Seiten ausſendet (Nov. theor. §. 108.). Alſo muß es der rothe Körper ſelbſt ſeyn, der, durch das Licht erſchüttert, dem Aether Schläge giebt, die der Spannung ſeiner Theile gemäß ſind, und die daher die Empfindung der dem Körper eignen rothen Farbe erregen. Es läßt ſich aber die Sichtbarkeit erleuchteter Körper und das Zurückwerfen des farbigten Lichts nach allen Seiten gar ſehr leicht aus der Rauhigkeit der Flächen erklären. Nur glatte Flächen zeigen Bilder, und nicht ſich ſelbſt. Rauhe reflectiren von jedem Theile das Licht nach unzählbaren Richtungen, ſ. **Bild, Spiegel.** Auch beweißt die Erfahrung, daß Körper von einer gewiſſen Farbe, in das einfache Licht einer andern gehalten, nicht ihre gewöhnliche, ſondern die Farbe des auffallenden Lichts zeigen, welches dieſem Theile der euleriſchen Hypotheſe gänzlich entgegen iſt.

Eine ſehr faßliche Darſtellung dieſes Syſtems über das Licht findet man in **Eulers** Briefen (Lettres à une prin-

ceſſe d'Allemagne. Mietau et Leipſic, 1770. 8. To. I. Lettr. 17—31.), wo er aber oft gegen Newton höchſt ungerecht iſt; ingleichen im Hamburgiſchen Magazin (B. VI. S. 156 u. f.). Er empfiehlt ſeine Hypotheſe auch deswegen, weil ſie dem allgemeinen Plane der Natur gemäßer ſey. Die Natur, ſagt er, hat die Ausflüſſe nur beym Geſchmack und Geruch gebraucht, wo es auf geringe Diſtanzen ankömmt; beym Gehör aber hat ſie, wegen der Fortpflanzung des Schalles in größere Entfernungen, ſchon Schwingungen eines gröbern Mittels anwenden müſſen; daher iſt es glaublich, daß ſie zum Behuf des Sehens, das ſich in die unermeßlichſten Weiten erſtreckt, nicht Ausflüſſe, ſondern Schwingungen eines feinern Mittels werde gewählt haben.

Man thut ſehr unrecht, wenn man dem euleriſchen Syſtem dasjenige entgegen ſtellt, was **Newton** gegen den vollen Raum des Descartes im zweyten Buche ſeiner Principien erwieſen hat, ſ. **Leere**. Dieſe Sätze gelten gegen völlig harte, mit der genauſten Berührung an einander ſchließende, Kugeln, zwiſchen denen noch die ſubtile Materie alle Zwiſchenräume mit vollkommner Dichte ausfüllen ſoll; aber gegen einen Aether, wie ihn Euler annimmt, der faſt 400 Millionenmal dünner als die Luft iſt, ſind ſie gar nicht gerichtet. Es iſt wahr, daß man im Emanationsſyſtem die Dichte des Lichts noch weit geringer annehmen, und alſo den Widerſtand, den die Himmelskörper leiden müßten, noch mehr vermindern kan; aber dies allein macht noch keinen Grund **wider** das Daſeyn eines Aethers aus. Mithin beruht alles, was Euler hierüber vorbringt, auf einem bloßen Mißverſtändniſſe, worüber ich mich ſchon bey dem Worte Aether erklärt habe. Uebrigens geben die Erfahrungen auch keinen Grund **für** das Daſeyn eines Aethers an.

Deſto ſtärker aber iſt der Einwurf, den man gegen alle Syſteme, die das Licht dem Schalle ähnlich machen, aus einem andern Satze **Newtons** (Princip. L. II. prop. 42.) herleiten kan. Daſelbſt beweißt dieſer vortrefliche Geometer, daß Schläge oder Wellen eines elaſtiſchen Mittels,

wenn ſie durch ein Loch in einer vorliegenden Wand gehen, ſich hinter demſelben nicht blos in einer einzigen geraden Linie fortpflanzen, ſondern nach allen Seiten zu ausbreiten. Dem zu Folge müßte man die Sonne im verfinſterten Zimmer, das eine Oefnung im Laden hat, nicht blos in der geraden Linie, die ſich von der Sonne durch die Oefnung ziehen läßt, ſondern an allen Orten ſehen, wie man den Schall, der durchs Fenſter dringt, im Zimmer an allen Orten hört, welches doch der klaren Erfahrung zuwider iſt. **Euler** widerlegt Newtons Satz nicht. Er weiß ſich nicht anders zu helfen, als daß er geradehin behauptet, der Schall verbreite ſich auch nicht dieſem Satze gemäß. Es ſey zwar wahr, daß man den Schall überall im Zimmer gleich ſtark höre; aber Niemand glaube doch, daß der ſchallende Körper im Fenſter oder im Loche der Wand befindlich ſey, wie man doch glauben müßte, wenn ſich der Schall von da aus verbreitete. Bey verſtopftem Loche höre man den Schall faſt eben ſo gut; alſo dringe er in gerader Linie durch die Wände des Zimmers, welche hier gleichſam die Stelle durchſichtiger Körper vertreten. Könnte man Wände anlegen, die für den Schall undurchdringlich wären, welches er für unmöglich hält, ſo würde man den Schall blos in der geraden Linie hören, die durch den ſchallenden Körper und das Loch gienge. Dies heißt: einen theoretiſch erwieſenen Satz durch Erfahrungen beſtreiten wollen, deren Anſtellung man ſelbſt für unmöglich hält. Inzwiſchen iſt hier die Erfahrung weder unmöglich, noch auf Eulers Seite. Herr **Klügel** (Prieſtley Geſchichte der Optik, S. 262.) glaubt den Verſuch wirklich angeſtellt zu haben. Der Erfolg dabey war nicht ſo, wie Euler vermuthet; denn es war ziemlich entſchieden, daß der Schall nicht nach der geraden Linie ins Ohr kam.

Man wird mir erlauben, noch folgende Erfahrung hinzuzuſetzen. Wenn man durch ein Blaſerohr redet, ſo hört Jedermann die Worte ſo, als ob ſie am Ende des Rohrs ausgeſprochen würden. Hier verbreitet ſich doch der Schall offenbar von der Oefnung aus nach allen Seiten, ob er gleich im Rohre ſelbſt nur nach der geraden Linie fortgehen

konnte. Ein ſolches Rohr iſt zwar kein euleriſches conclave, cujus conſtructio vires humanas prorſus ſuperat; aber dennoch widerlegt es die Vermuthung, experimentum ex voto ſucceſſurum, ſonumque in ea ſolum directione, unde venerat, ſenſum auditus eſſe excitaturum (Nova theor. §. 14.). Ich habe dies immer für ein Beyſpiel gehalten, wie oft Gedanken großer Männer, wenn ſie ohne Erfahrung hingeſchrieben ſind, durch kindiſche Spielwerke widerlegt werden. Ein Licht ſieht man doch durch ein ſolches Rohr nicht anders, als wenn das Auge in der verlängerten Axe des Rohrs ſteht; hier bleibt alſo eine offenbare Unähnlichkeit zwiſchen den Fortpflanzungen von Schall und Licht.

Man ſieht aus dem Bisherigen, daß beyde Syſteme zwar viel erklären, beyde aber auch große Schwierigkeiten gegen ſich haben. **Beguelin** (Nouv. mém. de l'Acad. des Sc. de Pruſſe, 1772. p. 152.) unterſucht die Mittel, zwiſchen beyden durch Erfahrungen zu entſcheiden, und findet ſie alle unzuverläßig. Gegen den Vorſchlag, den er ſelbſt thut, laſſen ſich eben ſo gegründete Einwendungen machen (ſ. allgemeine deutſche Bibl. 26. Band, S. 18. u. f.). Wäre es möglich, auszumachen, ob das Licht im Glaſe geſchwinder oder langſamer fortgeht, als in der Luft, ſo würde das erſtere Newtons, das letztere Eulers Syſtem begünſtigen: es giebt aber kein Mittel, darüber Erfahrungen anzuſtellen.

So wenig ſich nun hierüber etwas Gewiſſes ausmachen läßt, ſo ſcheint es mir doch, als ob eine nähere Bekanntſchaft mit der Chymie Jeden für das Emanationsſyſtem geneigter machen müßte; daher denn auch die meiſten Chymiſten nicht nur eine **Lichtmaterie** annehmen, ſondern auch dieſelbe zu ihren beſten Theorien, als ein weſentliches Ingrediens, gebrauchen. Dies iſt nun zwar noch lange kein Beweis für ihr wirkliches Daſeyn, weil alle dieſe Theorien doch nur hypothetiſch ſind, und einige ſich vielleicht auch mit Eulers Syſteme vereinigen ließen. Aber es giebt doch in der That Erſcheinungen, wobey das Licht Verwand-

ſchaften gegen andere Stoffe zu äußern, und Veränderungen in der Miſchung und Zerſetzung der Körper hervorzubringen ſcheint, die man ſchwerlich einem bloßen Zittern des Aethers zuſchreiben kan. Das Sonnenlicht entwickelt eine ſehr reine Luft aus den Pflanzen, welche in der Nacht und im Schatten eine ſchädliche Luft hervorbringen, ſ. **Gas, dephlogiſtiſirtes**. Eben dieſes Licht giebt den Gewächſen die grüne Farbe. Blumenzwiebeln, die man im Dunkeln auf einem Glaſe mit Waſſer einem Lampenfeuer ausſetzt, treiben weiße Blätter, die erſt am Sonnenlichte grün werden. Noch mehr, dieſe grüne Farbe iſt reſinös, und löſet ſich im Weingeiſte auf. Mehrere Beyſpiele von Veränderungen der Farbe durch das Sonnenlicht führt **Prieſtley** (Geſch. der Optik, S. 276. u. f.) aus **Dü Hamel, Beccari** u. a. an. Wie leicht Bänder und ſeidne Stoffe gewiſſe Farben an der Sonne verlieren, iſt bekannt; gleichwohl verlieren ſie dieſelben im Dunkeln nicht, wenn ſie gleich eben dem Grade der Wärme, und eben der freyen Luft ausgeſetzt ſind. **Marat** (Decouvertes ſur la lumiere, überſ. von **Weigel**, Leipz. 1783. 8.) hat Verwandſchaften des Lichts mit andern Materien ſichtbar darzuſtellen geſucht. Auch die Verbindung zwiſchen Licht und Wärme, der Umſtand, daß ſchwarze Körper ſtärker erhitzt werden, als weiße, die Erſcheinungen der Phoſphoren, der Stoß des Lichts, den einige im Brennpunkte der Hohlſpiegel wahrzunehmen geglaubt haben u. dgl. mögen viel dazu beygetragen haben, das Daſeyn einer Lichtmaterie den Chymikern wahrſcheinlich zu machen. Ihre Meynungen über die Natur derſelben ſind dennoch höchſt verſchieden. Nach Einigen ſoll ſie zuſammengeſetzt, nach Andern einfach, nach **de Lüc** ſogar das einzige einfache und elementariſche Fluidum ſeyn. Um Wiederholungen zu vermeiden, will ich hierüber auf die Artikel: **Feuer** und **Phlogiſton** verweiſen.

Der P. **Boſcowich** (Philoſ. naturalis theoria redacta ad unicam legem, Vindob. 1759. 4. p. 167. ingl. Diſſ. de lumine, Vind. 1766. 4maj.) hebt die Schwierigkeit, die ſich gegen das Emanationsſyſtem aus dem Bau

der durchſichtigen Körper herleiten läßt, dadurch, daß er ſich die Materie überhaupt als eine Menge von phyſiſchen Punkten vorſtellt, welche mit Wirkungskreiſen des Anziehens und Zurückſtoßens umgeben ſind, ſ. **Materie.** Wenn nun, ſagt er, ein bewegter Körper genug Moment hat, um die zurückſtoßenden Kräfte, in deren Wirkungskreis er kömmt, zu überwinden, ſo wird er ohne Schwierigkeit durch jeden Körper dringen können; denn auf dieſe Art kreuzen ſich blos Kräfte, deren, wie wir ſonſt ſchon wiſſen, mehrere an einem Orte zugleich vorhanden ſeyn können. Boscowich zeigt, wenn das Moment groß genug ſey, ſo treibe der durchgehende Körper die Theile des andern gar nicht aus der Stelle; bey einer geringern Geſchwindigkeit ſetze er ſie in eine beträchtliche Bewegung, ohne in ſeinem Laufe ſehr unterbrochen zu werden; und bey noch geringerer Geſchwindigkeit gehe er gar nicht durch. Nach Prieſtley hat ein Engländer **Michell** eben dieſen Gedanken ſchon früher gehabt; ſo wie er überhaupt den Kennern der Monadologie nicht neu ſcheinen wird. Die Kraft, womit das Licht fortgeht, wird aus der Geſchwindigkeit deſſelben, 19 Trillionenmal größer als die Schwere, gefunden, wenn man den Raum, in welchem die Körper auf daſſelbe zu wirken anfangen, $\frac{1}{100}$ Zoll ſetzt. Ein Widerſtand, der dieſe Kraft zu überwinden vermag, kan freylich leicht für abſolute Undurchdringlichkeit angeſehen werden, wenn er auch dies nicht wirklich iſt. Ich laſſe es übrigens mit Herrn **Klügel** unentſchieden, ob dieſe Berechnung auf das Licht paſſe, und ob es nicht noch weit beſſer gethan ſey, ſeine Unwiſſenheit über das Weſen des Lichts demüthig zu geſtehen.

Prieſtley Geſchichte der Optik, durch Klügel, S. 21. 104. 259. 276. 279 u. f. 304. u. f.

Ren. Deſcartes Princip. philoſ. P. III. §. 55. ſqq.

Leonh. Euler Nova theoria lucis et locorum in Opuſc. var. arg.

Erxleben Anfangsgr. der Naturl. 4te Aufl. § 307—313.

Lichtſtral, ſ. **Licht.**

Lichtkegel, ſ. Stralenkegel.
Lichtträger, ſ. Phoſphoren.

Linſengläſer, Glaslinſen, dioptriſche Linſen, Lentes dioptricae, *Verres dioptriques.* Gläſer von kreisförmigem Umfange, wovon eine oder beyde Flächen eine kugelförmig erhabne oder hohle Krümmung haben. Man ſuchte ihnen ſonſt auch andere, z. B. elliptiſche und hyperboliſche Krümmungen zu geben: aber die Abſicht, die man dabey hatte, blieb unerreicht, ſ. Achromatiſche Fernröhre. Jetzt werden blos ſphäriſche gebraucht, die man aus dazu ſchicklichen Glasſtücken ſchleift.

Taf. XIII Fig. 104. bis 109. ſtellen die verſchiedenen Arten von Linſen im Durchſchnitte vor. Fig. 104. iſt auf beyden Seiten erhaben, und heißt ein **Convexconvex** (Lens utrinque convexa, *Verre convexo-convexe*); Fig. 105. iſt auf einer Seite eben, auf der andern erhaben, ein **Planconvex**, (Lens plano-convexa, *Verre plan-convexe*); Fig. 106. auf einer Seite hohl, auf der andern erhaben, doch, daß der Halbmeſſer der erhabnen Seite kleiner iſt, als der Halbmeſſer der hohlen, heißt ein **Meniſkus** oder **Mond** (Meniſcus, Lunula, *Méniſque*). Dieſe drey Arten haben das gemein, daß ſie in der Mitte dicker, als gegen den Rand ſind; ſie machen zuſammen die Claſſe der **erhabnen Linſen** oder **Convexgläſer** (Lentes convexae, *Verres convexes*) aus. Nach dem verſchiedenen Gebrauche, den man von ihnen macht, heißen ſie auch Brillengläſer, einfache Vergrößerungsgläſer, Loupen, Brenngläſer. Die beyden erſten Arten, Fig. 104 und 105 heißen von ihrer Geſtalt im eigentlichen Verſtande **Linſen** (Lentes, *Lentilles*, *Verres lenticulaires*).

Fig. 107. iſt auf beyden Seiten hohl, ein **Concavconcav** (Lens utrinque concava, *Verre concavo-concave*); Fig. 108. auf einer Seite hohl, auf der andern eben, ein **Planconcav** (Lens plano-concava, *Verre plan-concave*); Fig. 109. auf einer Seite hohl, auf der andern erhaben, doch daß der Halbmeſſer der hohlen Seite kleiner iſt, als der der erhabnen, heißt ein **Concav-convex** (Lens

concavo-convexa, *Verre concavo-convexe).* Dieſe drey Arten, welche in der Mitte dünner, als am Rande, ſind, machen zuſammen die Claſſe der **hohlen Linſen** oder **Hohlgläſer** (Lentes concavae, *Verres concaves*) aus, und heißen bisweilen wegen des Gebrauchs, den man davon macht, Augengläſer.

Bey allen dieſen Glaslinſen heißt die Linie AB, welche durch die Mittelpunkte beyder Krümmungen geht, oder bey Fig. 105 und 108 durch den Mittelpunkt der Krümmung ſenkrecht auf die ebne Seite geſetzt wird, die **Axe der Linſe.** Sie muß genau durch die Mitte der Linſe durchgehen; und man ſagt alsdann, das Glas ſey richtig **centrirt.**

Bey einer richtig centrirten Linſe ſind die Flächen um die Mitte mit einander parallel. Iſt alſo die Dicke der Linſe nicht beträchtlich, ſo kan man nach Th. I. S. 433. Num. 4. beym Worte **Brechung**, ohne Fehler annehmen, **daß jeder auf die Mitte einer Linſe fallende Stral ungebrochen durchgehe.**

Man nennt bisweilen eine Glaslinſe einzollig, zweyzollig, dreyfüßig u. ſ. w., wenn die Durchmeſſer beyder Krümmungen (oder bey Fig. 105 und 108 der Durchmeſſer der einzigen Krümmung) 1 Zoll, 2 Zoll, 3 Fuß rc. betragen. Haben die beyden Krümmungen verſchiedene Durchmeſſer, wie beym Convexoconvex ſehr oft, und beym Meniſkus allemal, ſo läßt ſich dieſe Benennung gar nicht anwenden. Es iſt alſo überhaupt beſſer, ſich derſelben zu enthalten.

Die Linſengläſer dienen zu ſo vielen nützlichen Werkzeugen, daß es wohl der Mühe lohnt, hier etwas von den Gründen ihrer allgemeinen Theorie beyzubringen. Ich werde hiebey zuerſt die Brechung des Lichts durch einzelne krumme Flächen, dann die durch Linſengläſer mit zwo Flächen betrachten, hieraus die Eigenſchaften der Linſengläſer herleiten, und zuletzt zeigen, wie ſich die Gegenſtände darſtellen, die man durch ſolche Gläſer betrachtet.

Brechung durch eine Kugelfläche.

Wenn PQ, Taf. XIII. Fig. 110. den Durchſchnitt einer

Kugelfläche vom Halbmeſſer CA vorſtellet, ſo läßt ſich der Weg des Lichtſtrals BP, nach der Brechung bey P, durch **Zeichnung** finden. Denn das Einfallsloth iſt alsdann die aus dem Mittelpunkte der Kugel gezogne Linie CPL (ſ. **Einfallsloth**), und die Fläche des Papiers wird die Brechungsebne, in der alſo auch der gebrochne Stral fortgeht, ſ. **Brechungsebne.** Man darf alſo nur CPL ziehen, wodurch ſich der Einfallswinkel x giebt, deſſen Sinus aus den Tafeln bekannt wird. Iſt nun das Brechungsverhältniß m : n auch bekannt, ſo erhält man daraus den Sinus des Brechungswinkels y, welcher $= \frac{n}{m} . \sin. x$ iſt, und hieraus mittelſt der Tafeln den Winkel y ſelbſt, der an CP bey P angeſetzt, die Linie PV, oder den Weg des gebrochnen Strales giebt.

Weil doch hier die Rede nur von Glasflächen iſt, in welche die Stralen aus der Luft übergehen, ſo hat man $m : n = 3 : 2$, daß alſo $\sin. y = \frac{2}{3} \sin. x$ wird, wofür ſich, wenn x nicht über 30° beträgt, ohne großen Fehler $y = \frac{2}{3} x$ nehmen läßt. Dies erleichtert die Zeichnung noch mehr. Man darf nur zwiſchen den Schenkeln des Winkels CPR, welches der Vertikalwinkel von x iſt, einen Bogen mit beliebigem Halbmeſſer beſchreiben, denſelben in drey Theile theilen, und zwey Theile davon für das Maaß von y rechnen.

Auf dieſe Art kan man leicht finden, daß Stralen, welche auf die Kugelfläche PQ, Taf. XIII. Fig. 111. mit der Axe AC parallel auffallen, ſich bey V, wo AV = 3 CA iſt, oder in einer Entfernung von drey Halbmeſſern der Kugelfläche vereinigen, und ſo andere Sätze mehr, dergleichen ſchon **Kepler** (Dioptr. prop. 35. ſq.) erwieſen hat.

Weit allgemeiner aber läßt ſich die Brechung in Kugelflächen durch folgende **Rechnung** beſtimmen.

Es ſey Taf. XIII. Fig. 110. QP eine Kugelfläche vom Halbmeſſer CA = r, durch welche der in A ſenkrecht einfallende Stral BACV ungebrochen durchgeht, und die Axe vorſtellt. Ein leuchtender Punkt B in dieſer Axe, deſſen

Abſtand BA=b iſt, ſende auf ſie den Stral BP, welcher nach dem Brechungsverhältniſſe m:n gegen PV gebrochen wird. Man fragt, wo dieſer gebrochne Stral die Axe erreiche, oder man ſucht AV.

Vorausgeſetzt, daß P ſehr nahe bey A liege, alſo die Winkel t, o, x, y, u ſehr klein ſind, verhalten ſich t, o, u umgekehrt, wie b, r, AV; auch $x:y=m:n$. Daher iſt

$$o:t=b:r$$

$$o:x=b:b+r, \text{ weil } x=o+t$$

$$x:y=m:n$$

$$o:y=mb:nb+nr$$

$$u:o=(m-n)b-nr:mb, \text{ weil } u=o-y$$

$$\text{Aber } u:o=r:AV$$

$$\text{Daher } AV=\frac{mbr}{(m-n)b-nr}$$

Dieſe Formel giebt für die Brechung aus Luft in Glas, wo $m=3$, $n=2$ iſt, $AV=\frac{3br}{b-2r}=\frac{3r}{1-2r:b}$ woraus ſich nun alles herleiten läßt, was über die Brechung durch eine Kugelfläche gefragt werden kan. Es wird aber genug ſeyn, dies nur durch einige Beyſpiele zu erläutern.

I. Sind die einfallenden Stralen, wie bey Fig. 111. mit der Axe parallel, ſo iſt b oder AB unendlich groß. Daher verſchwindet $2r:b$, und es wird $AV=3r$ oder jeder Stral vereiniget ſich mit der Axe in der Entfernung des dreyfachen Halbmeſſers.

II. Iſt BA dem Durchmeſſer der Kugel gleich, d. i. $b=2r$ ſo wird $b-2r=0$, alſo AV unendlich groß. Die Stralen vereinigen ſich alſo gar nicht, ſondern laufen nach der Brechung mit der Axe parallel.

III. Iſt BA kleiner, als der Durchmeſſer, z. B. nur dem Halbmeſſer gleich, oder $b=r$, ſo wird $AV=-3r$ oder negativ. Dies heißt: den Stralen widerfährt das, was der Vereinigung entgegengeſetzt iſt, ſie werden diver-

gent oder **zerſtreut.** Im angenommenen Beyſpiele fahren ſie ſo aus einander, als ob ſie aus einem Punkte kämen, welcher um die Weite 3r **vor der Kugelfläche läge.**

IV. Iſt die Kugelfläche QP **hohl**, ſo hat ihr Halbmeſſer CA eine der vorigen entgegengeſetzte Lage, iſt alſo **negativ**, oder $-r$. Hiebey wird $AV = -\frac{3br}{b+2r}$, alſo auch negativ, oder die Stralen werden ſo zerſtreut, als ob ſie aus einem vor der Kugelfläche liegenden Punkte kämen.

V. Sind die Stralen vor der Brechung ſchon **convergent**, ſo liegt der Punkt der Axe, gegen den ſie gerichtet ſind, oder B, **hinter** A, und BA oder b wird **negativ.** Dafür giebt die Formel $AV = \frac{-3br}{-b-2r} = \frac{3br}{b+2r}$. Solche Stralen bleiben bey einer erhabnen Fläche, wo r poſitiv iſt, allezeit convergent; bey einer hohlen, wo r negativ iſt, werden ſie parallel, wenn $b = 2r$ und divergent, wenn b größer iſt, als 2r.

VI. Für Brechung **aus Glas in Luft** wird das Brechungsverhältniß n : m, alſo verwechſeln m und n ihre Stellen und es wird

$$AV = \frac{nbr}{(n-m)b - mr} = \frac{2br}{b+3r}.$$

Der negative Werth dieſer Formel zeigt, daß bey dieſer Brechung erhabne Flächen die divergenten Stralen zerſtreuen. Für **hohle** Flächen giebt ſie die Reſultate, wenn man r, für **convergente** Stralen, wenn man b negativ ſetzt. Um alles das in ein Beyſpiel zuſammenzufaſſen, ſetze man, Fig. 111. fielen die Stralen, die ſchon durch die Vorderfläche der Glaskugel Qp ſo gebrochen waren, daß ſie nach V zu giengen, an der Hinterfläche qp wieder aus dem Glaſe in die Luft, und man ſuche v, wo ſie ſich nach dieſer zweyten Brechung vereinigen werden. Hier iſt wegen der hohlen Fläche qp und des Convergirens der Stralen, ſowohl r als b negativ, und zugleich wird aV oder b =

$AV - Aa = 3r - 2r = r$. Daher wird $av = \frac{2rr}{r+3r} = \frac{1}{2}r$. Dies erweißt zugleich den Satz: **Eine Glaskugel vereinigt Parallelſtralen hinter ſich in der Weite $\frac{1}{2}r$, oder die Brennweite der Glaskugel iſt dem vierten Theile ihres Durchmeſſers gleich.**

Brechung durch Linſengläſer.

Hinter der Kugelfläche QAP, Taf. XIII. **Fig. 112.**, für welche alles ſo, wie bey Fig. 110. iſt, gehe der gebrochne Stral PV durch eine zweyte Kugelfläche QDP vom Halbmeſſer $ED = \varrho$, aus dem Glaſe wieder in Luft über, ſo wird er bey R nach dem Brechungsverhältniſſe $n : m$ gegen RF gebrochen. Der Punkt, wo er die Axe erreicht, heiße F. Man ſucht $DF = \varphi$.

Vorausgeſetzt, daß die Dicke der Linſe AD unbeträchtlich iſt, und, wie im vorigen, P ſehr nahe bey A liegt, verhalten ſich die Winkel o, p, v umgekehrt wie r, ϱ, φ, auch iſt $w : z = n : m$. Daher

$$o : p = \varrho : r$$

$$u : o = (m - n) b - nr : mb, \text{ aus dem vorigen}$$

$$u : p = (m - n) b\varrho - nr\varrho : mbr$$

$$p : w = mbr : mbr + (m-n) b\varrho - nr\varrho, \text{ weil } w = p + u$$

$$w : z = n : m$$

$$p : z = nbr : mb(r+\varrho) - nb\varrho - nr\varrho$$

$$v : p = mb(r+\varrho) - nb(r+\varrho) - nr\varrho : nbr, \text{ weil } v = z - p$$

$$= (m - n) b (r+\varrho) - nr\varrho : nbr$$

Aber $v : p = \varrho : \varphi$

$$\text{Daher } \varphi = \frac{nbr\varrho}{(m - n) b (r+\varrho) - nr\varrho}$$

Iſt nun QAPD eine Linſe von Glas, durch welche ein Lichtſtral aus Luft wieder in Luft übergeht, ſo wird $m : n = 3 : 2$ und man hat

$$\text{A.)}\ \varphi = \frac{2br\varrho}{b(r+\varrho) - 2r\varrho} = \frac{2r\varrho}{r+\varrho - 2r\varrho:b}.$$

Unter den angenommenen Vorausſetzungen giebt dieſe Formel für alle Stralen, welche von dem leuchtenden Punkte zwiſchen A und P einfallen, einerley F, und ſo wird nach allen Seiten zu das Licht, welches in dem Kreiſe um A vom Halbmeſſer AP, auf die Linſe fällt, hinter ihr in dem Punkte F vereiniget. Dieſer Punkt F heißt daher der **Vereinigungspunkt**, und weil ſich in ihm der leuchtende Punkt B, Fig. 110. wieder abbildet, der **Ort des Bildes**; DF oder φ iſt die **Vereinigungsweite**, der **Abſtand des Bildes vom Glaſe**. Wird der Werth von φ **negativ**, ſo fällt F **vor** das Glas; oder die Stralen laufen hinter demſelben ſo **aus einander**, als ob ſie aus F herkämen. Dann heißt F der **Zerſtreuungspunkt**, DF oder φ die **Zerſtreuungsweite**, und es entſteht kein Bild.

Sind die einfallenden Stralen der Axe parallel, oder iſt b unendlich groß, ſo verſchwindet $2r\varrho:b$, und es wird $DF = \frac{2r\varrho}{r+\varrho}$. Dies iſt der Fall, wenn die einfallenden Stralen von der Sonne herkommen, und weil ſie alsdann in ihrem Vereinigungspunkte F brennen, ſo heißt er der **Brennpunkt**, und DF die **Brennweite der Linſe**. Man nenne dieſe Brennweite f, ſo iſt

$$\text{B.)}\ f = \frac{2r\varrho}{r+\varrho}.$$

Aus dieſer Formel, welche ſchon **Cavalleri** gefunden haben ſoll, haben wir die Brennweiten der ſphäriſchen Linſengläſer unter dem Artikel: **Brennweite** (Th. I. S. 459. 460.) hergeleitet.

Wenn man in der mit A.) bezeichneten Formel ſowohl den Zähler, als den Nenner, durch $r+\varrho$ dividiret, und was herauskömmt, mit B.) vergleicht, ſo giebt

der Zähler, bf
des Nenners erſter Theil, b
des Nenn. zweyter Theil, – f,

und man erhält die ſehr bequeme Formel

$$C.)\ \varphi = \frac{bf}{b-f}.$$

oder: **Die Vereinigungsweite iſt gleich dem Producte des Abſtands des leuchtenden Punkts in die Brennweite, dividirt durch den Abſtand weniger der Brennweite.**

Durch die Formeln B.) und C.) laſſen ſich nun, aus den Halbmeſſern der beyden Krümmungen, die Brennweiten, und aus dieſen die Vereinigungsweiten bey jeder Art von Linſengläſern leicht beſtimmen. Es ſey z. B. für einen Meniſkus der Halbmeſſer der erhabnen Fläche 3 Zoll, der hohlen 4 Zoll (welcher letztere negativ iſt) ſo hat man aus B.) die Brennweite = $\frac{2.\ 3.\ 4}{4-3} = 24$ Zoll. Steht ein ſichtbarer Gegenſtand 36 Zoll weit vor dem Glaſe, ſo iſt aus C.) die Vereinigungsweite $\frac{36.\ 24}{36-24} = 72$ Zoll, oder das Bild entwirft ſich 72 Zoll weit hinter dem Glaſe.

Wenn die Weite des Gegenſtands vom erhabnen Linſenglaſe der doppelten Brennweite gleich, oder $b=2f$ iſt, ſo iſt die Weite des Bildes eben ſo groß. Denn alsdann iſt $\varphi = \frac{2ff}{2f-f} = 2f.$

Beym **Hohlglaſe** thut man am beſten, gleich den Werth von $-f$ und $-\varphi$ zu ſuchen, welche unmittelbar die vor das Glas fallenden Zerſtreuungsweiten für unendlich entfernte und für nähere Gegenſtände geben. Iſt z. B. beym Concav concav der Halbmeſſer der einen Fläche 2 Zoll, der andere 6 Zoll, ſo iſt $-f = \frac{2.\ 2.\ 6.}{2+6} = 3$ Zoll. Und wenn ein Gegenſtand 6 Zoll weit von dem Glaſe ſteht, wird $-\varphi = \frac{3.\ 6.}{3+6} = 2$ Zoll, d. i. die Stralen divergiren

ſo, als ob ſie aus einem 2 Zoll vor dem Glaſe gelegnen Punkte ausführen.

Eigenſchaften der Linſengläſer.

Wenn auf eine **erhabne Linſe** divergirende Stralen aus einem leuchtenden Punkte fallen, ſo werden ſie nach der Brechung 1.) weniger divergirend, wenn b kleiner iſt, als f; 2.) parallel, wenn b = f; 3.) convergirend, wenn b größer iſt, als f. Im letztern Falle vereinigen ſich dieſe Stralen wieder in einen Punkt, und es entſteht hinter dem Glaſe ein **Bild** des leuchtenden Gegenſtands.

Mit dieſem Bilde geht es ſo zu. Der Punkt A des Gegenſtands AB, Taf. XIII. Fig. 113. wirft einen Stralenkegel auf die Linſe DE, deſſen Stralen ſich in a wieder ſammeln, wo Ca = φ iſt, wenn man AC = b, und die Brennweite des Glaſes CF = f nennt. Eben ſo wirft der Punkt B einen Stralenkegel auf die Linſe, deſſen mittelſter Stral BC, weil er die Mitte der Linſe trifft, ungebrochen fortgeht. Mit dieſem vereinigen ſich alle übrige Stralen des Kegels wieder bey b, und bilden hier den Punkt B des Gegenſtands ab. Alle zwiſchen A und B liegende Punkte machen ihre Bilder zwiſchen a und b, woraus alſo in ab ein **umgekehrtes Bild** des Gegenſtands entſteht. Die Größe dieſes Bildes ab verhält ſich zur Größe des Gegenſtands AB, wie Ca : CA oder wie φ : b. Das iſt, wenn man für φ ſeinen Werth aus C.) ſetzt, wie f : b − f.

Wenn der Gegenſtand AB ſehr entfernt, oder b unendlich groß iſt, ſo wird φ = f, oder: **Bilder unendlich entfernter Gegenſtände fallen in den Brennpunkt** oder Brennraum. Rückt der Gegenſtand näher, ſo rückt das Bild weiter vom Brennpunkte ab. Kein Bild kan alſo dem Glaſe näher liegen, als der Brennpunkt. Kommt der Gegenſtand AB in die Entfernung, die der doppelten Brennweite gleich iſt, oder iſt b = 2f, ſo wird auch φ = 2f, oder ſein Bild rückt in eben dieſe Entfernung hinter dem Glaſe. Alsdann iſt auch das Bild eben ſo groß, als der Gegenſtand. Rückt der Gegenſtand noch näher an das Glas, ſo rückt das Bild noch weiter ab, und wird nun

größer. Steht der Gegenſtand im Brennpunkte ſelbſt, oder iſt b=f, ſo wird φ unendlich, d. h. er macht ein unendlich großes Bild in einer unendlichen Entfernung. Alsdann ſind die aus A kommenden Stralen nach der Brechung nicht mehr convergirend, ſondern parallel. Hieraus hat man den Satz: **Stralen, die aus dem Brennraume eines erhabnen Glaſes kommen, werden nach der Brechung unter einander parallel.** Wenn endlich der Gegenſtand noch näher beym Glaſe ſteht, als der Brennpunkt, ſo entſteht gar kein Bild, weil die aus A kommenden Stralen gar noch **divergirend** bleiben; aber dieſe Stralen werden doch verlängert vor dem Glaſe in einen Punkt α zuſammen kommen, den man als ein **unſichtbares Bild** von A betrachten kan. Dies zeigt auch die Formel C.), welche, wenn b<f iſt, ein negatives φ, oder eine **Zerſtreuungsweite** giebt, für welche $-\varphi = \frac{bf}{f-b}$ wird.

Wenn aber auf die erhabne Linſe convergirende Stralen fallen, ſo werden ſie nach der Brechung noch mehr convergent, und ihre Vereinigungspunkte rücken näher an die Linſe heran, als der Brennpunkt. Alsdann iſt nemlich b negativ, und es wird $\varphi = \frac{bf}{b+f}$, welches allezeit kleiner, als b, auch kleiner, als f, ſeyn muß.

Die allgemeine Eigenſchaft der erhabnen Gläſer iſt alſo, die Lichtſtralen weniger divergent, oder mehr convergent zu machen, d. i. ſie näher zuſammenzulenken. Sie heißen deswegen auch **Sammlungsgläſer, Collectivgläſer.**

Man kan ſich die Theorie der Bilder, welche ſie machen, am bequemſten durch eine Lichtflamme erläutern, wenn man dieſelbe vor das Glas ſtellt, und mit einem Papiere hinter dem Glaſe den Ort ſucht, wo ſich das umgekehrte Bild der Flamme deutlich zeigt. Geſetzt, die Brennweite des Glaſes ſey 4 Zoll. Man ſtelle ſich anfänglich ſehr weit von dem Lichte, ſo wird man das Bild

ſehr klein und ſehr wenig über 4 Zoll vom Glaſe finden. Geht man allmählig näher, ſo muß man das Papier immer etwas weiter vom Glaſe abhalten, wenn das Bild deutlich ſeyn ſoll, auch wird das Bild immer größer. Kömmt man dem Lichte auf 8 Zoll nahe, ſo findet man das Bild auch 8 Zoll vom Glaſe entfernt, und eben ſo groß, als die wirkliche Flamme. Rückt man das Glas noch näher, ſo muß man das Papier wieder rückwärts entfernen, und das Bild vergrößert ſich nun ſehr ſtark, bis man endlich in der Entfernung 4 Zoll vom Lichte gar keinen Ort für das Bild mehr findet.

Wenn auf ein **Hohlglas** parallele Stralen fallen, ſo werden ſie ſo zerſtreut, als ob ſie aus einem näher vor dem Glaſe liegenden Punkte ausgegangen wären. Dieſer Punkt iſt alsdann der Ort eines **unſichtbaren Bildes**, ſein Abſtand vom Glaſe f iſt negativ, und deutet eigentlich eine Zerſtreuungsweite an, der man aber doch gewöhnlich auch den Namen der **Brennweite** giebt. Man ſ. das Wort **Brennweite** (Th. I. S. 460.), ingl. **Zerſtreuungspunkt.**

Fallen aber auf das Hohlglas Stralen aus einem leuchtenden Punkte, welche ſchon divergiren, ſo werden ſie nach der Brechung noch mehr divergiren. Dies zeigt die Formel C.), wenn man in ihr f negativ ſetzt. Sie giebt alsdann

$-\varphi = \frac{bf}{b+f}$, d. i. eine Zerſtreuungsweite, die allemal

kleiner, als bf, und als f, iſt, daß alſo das **unſichtbare Bild** allezeit näher, als der Gegenſtand ſelbſt, auch näher als der Brennpunkt, liegt.

Bekömmt endlich ein Hohlglas convergirende Stralen, ſo ſchwächt es deren Convergenz. Es wird alsdann b negativ, und $\varphi = \frac{bf}{f-b}$, daß alſo ſolche Stralen 1.) weniger convergirend werden, wenn b kleiner iſt, als f, 2.) parallel werden, wenn b = f, 3.) gar divergirend ausgehen, wenn b größer iſt, als f. Der zweyte Fall giebt den Satz: **Stralen, die nach dem Brennpunkte eines**

Hohlglaſes zu convergiren, laufen nach der Brechung mit einander parallel.

Wegen der allgemeinen Eigenſchaft, die Stralen mehr zu zerſtreuen, oder doch ihre Convergenz zu ſchwächen, heißen die Hohlgläſer auch **Zerſtreuungsgläſer.**

Alle dieſe Sätze gelten nur für Linſen, deren Dicke unbeträchtlich iſt (alſo nicht für die Kugel) und für Stralen, welche ſehr nahe an der Mitte einfallen. Weil man aber in den dioptriſchen Werkzeugen nur dieſe mittlern Stralen einläßt, ſ. **Blendung, Apertur,** ſo kan man die Theorie dieſer Werkzeuge auf obige Sätze gründen. Stralen, die weit von der Axe ab einfallen, kommen freylich nicht genau nach F, und ſtören daher die Deutlichkeit der Bilder, ſ. **Abweichung, dioptriſche.**

Descartes (Dioptr. cap. 8.) zeigt, wenn man in einer Ellipſe das Verhältniß der großen Axe zur Entfernung beyder Brennpunkte, wie m:n (oder, wie 3:2) nähme, ſo würden die mit der Axe parallel auf das elliptiſche Sphäroid fallenden Stralen genau in dem entfernten Brennpunkte vereiniget werden. Die Hyperbel hat in Abſicht auf hohle Flächen eine ähnliche Eigenſchaft. Dadurch ließen ſich Linſen mit elliptiſchen und hyperboliſchen Flächen angeben, welche alle mit der Axe parallelen Stralen in F genau vereinigten. Allein für die ſchiefen Stralen, die von Punkten außer der Axe herkommen, würde die Abweichung dabey noch größer werden; und die weit beträchtlichere Abweichung wegen der Farbenzerſtreuung würde dabey noch immer unvermieden bleiben.

Erſcheinungen der Gegenſtände durch Linſengläſer.

Wenn man AB, Taf. XIII. Fig. 113. durch das Glas DE betrachtet, ſo iſt es ſoviel, als ob das Auge das Bild ab ſähe. Denn, wenn auch gleich das Bild nicht da iſt, oder erſt hinter dem Auge liegt, ſo gehen doch die ins Auge kommenden Stralen alle ſo, als ob ſie vom Bilde herkämen, oder daſſelbe hinter dem Auge noch entwerfen woll-

ten. Ob das Bild wirklich da iſt, oder nicht, iſt ein ſehr gleichgültiger Umſtand.

Betrachtet man alſo einen Gegenſtand durch ein **Hohlglas**, ſo iſt es ſoviel, als ob man das vor dem Glaſe liegende Bild $\alpha\beta$ ſähe. Da dieſes allezeit näher liegt, als Aβ ſelbſt, ſo iſt es kleiner, und das Auge ſieht die Sache AB durch ein Hohlglas verkleinert, aufrecht, und deutlich, wenn es überhaupt in der Entfernung Oα, d. i. in einer geringen Entfernung deutlich ſieht. Daher dienen **hohle Augengläſer** den Myopen, um entfernte Gegenſtände deutlicher zu ſehen.

Sieht man hingegen auf AB durch ein **erhabnes Glas**, ſo hat man vielerley Fälle zu unterſcheiden.

1. Liegt der Gegenſtand dem Glaſe nahe, oder iſt $b < f$, ſo iſt das Bild vor dem Glaſe in der Entfernung $\frac{bf}{f-b}$.
Es erſcheint dem Auge aufrecht, und deutlich, wenn das Auge in der Entfernung Oα deutlich ſieht. Auch iſt das Bild größer, als der Gegenſtand, daher man in dieſem Falle Vergrößerung mit Deutlichkeit zugleich erhalten kan. So gebraucht man die Convexgläſer als **Brillen** und **Loupen**, ſ. **Brillen**, **Mikroſkop**.

2. Liegt der Gegenſtand im Brennpunkte ſelbſt, wo $b = f$, ſo rückt das Bild in eine unendliche Entfernung. Alsdann wird es aufrecht, und von dem Presbyten deutlich geſehen. In welchem Sinne des Worts hiebey Vergrößerung ſtatt finde, ſ. bey dem Worte: **Mikroſkop**.

3. Liegt der Gegenſtand über den Brennpunkt hinaus, ſo entwirft ſich hinter dem Glaſe das umgekehrte Bild ab. Hiebey ſteht das Auge entweder zwiſchen Glas und Bild, oder im Bilde ſelbſt, oder hinter dem Bilde.

a.) Zwiſchen Glas und Bild convergiren die Stralen noch, die ſich erſt im Bilde vereinigen. Steht das Auge hier, ſo ſieht es den Gegenſtand durch convergirende Stralen, d. i. undeutlich, übrigens aufrecht und vergrößert, weil der Winkel u größer, als ACB und AOB iſt.

b.) Im Orte des Bildes ſelbſt erhält das Auge nur

Stralen aus einem einzigen Punkte des Gegenſtandes, die ſich im Orte des Auges ſammeln. Hier ſieht es alſo gar nichts, als die Farbe dieſes einzigen Punkts, die ſich wie ein Schimmer über das ganze Glas verbreitet.

c.) Hinter dem Bilde endlich ſieht das Auge das umgekehrte Bild a b, und zwar deutlich, wenn es von demſelben ſo weit weg iſt, als zum deutlichen Sehen erfordert wird; groß, wenn es demſelben nahe ſteht, klein, wenn es davon entfernter iſt. Bey Gläſern von ſehr großen Brennweiten läßt ſich hiebey Vergrößerung mit Deutlichkeit verbinden. So konnte **Tſchirnhauſen** durch ſeine großen Objectivgläſer auf eine Meile weit die Blätter der Bäume unterſcheiden (Act. Erud. 1710. Octobr. p. 466. *Wolf* Elem. Dioptr. §. 385.)

Der Gebrauch der Linſengläſer iſt weit älter, als ihre Theorie. Erſt nachdem die Fernröhre erfunden waren, kamen **Kepler** und **Cavalleri** auf einige einzelne theoretiſche Sätze. **Descartes** machte zwar das Geſetz der Stralenbrechung zuerſt bekannt, verfehlte aber die Theorie der Linſengläſer gänzlich. **Barrow** (Lectiones opticae, Lond. 1674. 4.) iſt alſo erſt derjenige, dem wir die geometriſche Entwickelung derſelben zu danken haben. Analytiſch und ſo, wie hier, auf Stralen nahe an der Axe eingeſchränkt, hat ſie **Halley** (Philoſ. Trans. Nov. 1693. und Miſcell. Cur. Vol. I.) zuerſt vorgetragen. Ganz allgemein findet man ſie in Herrn **Käſtners** analytiſcher Dioptrik bey Smith's vollſtänd. Lehrbegrif der Optik, S. 81. u. f.

Käſtner Anfangsgr. der Dioptrik, 3te Aufl. der Anfgr. der angew. Math. Göttingen, 1780. 8. S. 345. u. f.

Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre, §. 348. u. f.

Ende des zweyten Theils.

BAYERISCHE STAATS-BIBLIOTHEK MUENCHEN

BAYERISCHE
STAATS-
BIBLIOTHEK
MUENCHEN

$AV - Aa = 3r - 2r = r.$ Daher wird $av = \frac{2rr}{r+3r}$ $= \frac{1}{2}r.$ Dies erweißt zugleich den Satz: **Eine Glaskugel vereinigt Parallelſtralen hinter ſich in der Weite** $\frac{1}{2}r$, oder die Brennweite der Glaskugel iſt dem vierten Theile ihres Durchmeſſers gleich.

Brechung durch Linſengläſer.

Hinter der Kugelfläche QAP, Taf. XIII. Fig. 112., für welche alles ſo, wie bey Fig. 110. iſt, gehe der gebrochne Stral PV durch eine zweyte Kugelfläche QDP vom Halbmeſſer $ED = \varrho$, aus dem Glaſe wieder in Luft über, ſo wird er bey R nach dem Brechungsverhältniſſe $n:m$ gegen RF gebrochen. Der Punkt, wo er die Axe erreicht, heiße F. Man ſucht $DF = \varphi$.

Vorausgeſetzt, daß die Dicke der Linſe AD unbeträchtlich iſt, und, wie im vorigen, P ſehr nahe bey A liegt, verhalten ſich die Winkel o, p, v umgekehrt wie r, ϱ, φ, auch iſt $w:z = n:m$. Daher

$$o : p = \varrho : r$$

$$u : o = (m-n)b - nr : mb,$$ aus dem vorigen

$$u : p = (m-n)b\varrho - nr\varrho : mbr$$

$$p : w = mbr : mbr + (m-n)b\varrho - nr\varrho,$$ weil $w = p + u$

$$w : z = n : m$$

$$p : z = nbr : mb(r+\varrho) - nb\varrho - nr\varrho$$

$$v : p = mb(r+\varrho) - nb(r+\varrho) - nr\varrho : nbr,$$ weil $v = z - p$

$$= (m-n)b(r+\varrho) - nr\varrho : nbr$$

Aber $v : p = \varrho : \varphi$

Daher $$\varphi = \frac{nbr\varrho}{(m-n)b(r+\varrho) - nr\varrho}$$

Iſt nun QAPD eine Linſe von Glas, durch welche ein Lichtſtral aus Luft wieder in Luft übergeht, ſo wird $m:n = 3:2$ und man hat

$$\text{A.)}\ \varphi = \frac{2br\varrho}{b(r+\varrho) - 2r\varrho} = \frac{2r\varrho}{r+\varrho - 2r\varrho:b}.$$

Unter den angenommenen Vorausſetzungen giebt dieſe Formel für alle Stralen, welche von dem leuchtenden Punkte zwiſchen A und P einfallen, einerley F, und ſo wird nach allen Seiten zu das Licht, welches in dem Kreiſe um A vom Halbmeſſer AP, auf die Linſe fällt, hinter ihr in dem Punkte F vereiniget. Dieſer Punkt F heißt daher der **Vereinigungspunkt**, und weil ſich in ihm der leuchtende Punkt B, Fig. 110. wieder abbildet, der **Ort des Bildes**; DF oder φ iſt die **Vereinigungsweite**, der **Abſtand des Bildes vom Glaſe**. Wird der Werth von φ **negativ**, ſo fällt F **vor** das Glas; oder die Stralen laufen hinter demſelben ſo **aus einander**, als ob ſie aus F herkämen. Dann heißt F der **Zerſtreuungspunkt**, DF oder φ die **Zerſtreuungsweite**, und es entſteht kein Bild.

Sind die einfallenden Stralen der Axe parallel, oder iſt b unendlich groß, ſo verſchwindet $2r\varrho:b$, und es wird $DF = \frac{2r\varrho}{r+\varrho}$. Dies iſt der Fall, wenn die einfallenden Stralen von der Sonne herkommen, und weil ſie alsdann in ihrem Vereinigungspunkte F brennen, ſo heißt er der **Brennpunkt**, und DF die **Brennweite der Linſe**. Man nenne dieſe Brennweite f, ſo iſt

$$\text{B.)}\ f = \frac{2r\varrho}{r+\varrho}.$$

Aus dieſer Formel, welche ſchon **Cavalleri** gefunden haben ſoll, haben wir die Brennweiten der ſphäriſchen Linſengläſer unter dem Artikel: **Brennweite** (Th. I. S. 459. 460.) hergeleitet.

Wenn man in der mit A.) bezeichneten Formel ſowohl den Zähler, als den Nenner, durch $r+\varrho$ dividiret, und was herauskömmt, mit B.) vergleicht, ſo giebt

der Zähler, bf
des Nenners erſter Theil, b
des Nenn. zweyter Theil, – f,

und man erhält die ſehr bequeme Formel

$$C.)\ \phi = \frac{bf}{b-f}.$$

oder: **Die Vereinigungsweite iſt gleich dem Producte des Abſtands des leuchtenden Punkts in die Brennweite, dividirt durch den Abſtand weniger der Brennweite.**

Durch die Formeln B.) und C.) laſſen ſich nun, aus den Halbmeſſern der beyden Krümmungen, die Brennweiten, und aus dieſen die Vereinigungsweiten bey jeder Art von Linſengläſern leicht beſtimmen. Es ſey z. B. für einen Meniſkus der Halbmeſſer der erhabnen Fläche 3 Zoll, der hohlen 4 Zoll (welcher letztere negativ iſt) ſo hat man aus B.) die Brennweite $= \frac{2.\ 3.\ 4}{4-3} = 24$ Zoll. Steht ein ſichtbarer Gegenſtand 36 Zoll weit vor dem Glaſe, ſo iſt aus C.) die Vereinigungsweite $\frac{36.\ 24}{36-24} = 72$ Zoll, oder das Bild entwirft ſich 72 Zoll weit hinter dem Glaſe.

Wenn die Weite des Gegenſtands vom erhabnen Linſenglaſe der doppelten Brennweite gleich, oder $b = 2f$ iſt, ſo iſt die Weite des Bildes eben ſo groß. Denn alsdann iſt $\phi = \frac{2ff}{2f-f} = 2f.$

Beym **Hohlglaſe** thut man am beſten, gleich den Werth von $-f$ und $-\phi$ zu ſuchen, welche unmittelbar die vor das Glas fallenden Zerſtreuungsweiten für unendlich entfernte und für nähere Gegenſtände geben. Iſt z. B. beym Concav concav der Halbmeſſer der einen Fläche 2 Zoll, der andere 6 Zoll, ſo iſt $-f = \frac{2.\ 2.\ 6.}{2+6} = 3$ Zoll. Und wenn ein Gegenſtand 6 Zoll weit von dem Glaſe ſteht, wird $-\phi = \frac{3.\ 6.}{3+6} = 2$ Zoll, d. i. die Stralen divergiren

ſo, als ob ſie aus einem 2 Zoll vor dem Glaſe gelegnen Punkte ausführen.

Eigenſchaften der Linſengläſer.

Wenn auf eine **erhabne Linſe** divergirende Stralen aus einem leuchtenden Punkte fallen, ſo werden ſie nach der Brechung 1.) weniger divergirend, wenn b kleiner iſt, als f; 2.) parallel, wenn b = f; 3.) convergirend, wenn b größer iſt, als f. Im letztern Falle vereinigen ſich dieſe Stralen wieder in einen Punkt, und es entſteht hinter dem Glaſe ein **Bild** des leuchtenden Gegenſtands.

Mit dieſem Bilde geht es ſo zu. Der Punkt A des Gegenſtands AB, Taf. XIII. Fig. 113. wirft einen Stralenkegel auf die Linſe DE, deſſen Stralen ſich in a wieder ſammeln, wo Ca = φ iſt, wenn man AC = b, und die Brennweite des Glaſes CF = f nennt. Eben ſo wirft der Punkt B einen Stralenkegel auf die Linſe, deſſen mittelſter Stral BC, weil er die Mitte der Linſe trifft, ungebrochen fortgeht. Mit dieſem vereinigen ſich alle übrige Stralen des Kegels wieder bey b, und bilden hier den Punkt B des Gegenſtands ab. Alle zwiſchen A und B liegende Punkte machen ihre Bilder zwiſchen a und b, woraus alſo in ab ein **umgekehrtes Bild** des Gegenſtands entſteht. Die Größe dieſes Bildes ab verhält ſich zur Größe des Gegenſtands AB, wie Ca : CA oder wie φ : b. Das iſt, wenn man für φ ſeinen Werth aus C.) ſetzt, wie f : b − f.

Wenn der Gegenſtand AB ſehr entfernt, oder b unendlich groß iſt, ſo wird φ = f, oder: **Bilder unendlich entfernter Gegenſtände fallen in den Brennpunkt** oder Brennraum. Rückt der Gegenſtand näher, ſo rückt das Bild weiter vom Brennpunkte ab. Kein Bild kan alſo dem Glaſe näher liegen, als der Brennpunkt. Kommt der Gegenſtand AB in die Entfernung, die der doppelten Brennweite gleich iſt, oder iſt b = 2f, ſo wird auch φ = 2f, oder ſein Bild rückt in eben dieſe Entfernung hinter dem Glaſe. Alsdann iſt auch das Bild eben ſo groß, als der Gegenſtand. Rückt der Gegenſtand noch näher an das Glas, ſo rückt das Bild noch weiter ab, und wird nun

größer. Steht der Gegenſtand im Brennpunkte ſelbſt, oder iſt $b=f$, ſo wird φ unendlich, d. h. er macht ein unendlich großes Bild in einer unendlichen Entfernung. Alsdann ſind die aus A kommenden Stralen nach der Brechung nicht mehr convergirend, ſondern parallel. Hieraus hat man den Satz: **Stralen, die aus dem Brennraume eines erhabnen Glaſes kommen, werden nach der Brechung unter einander parallel.** Wenn endlich der Gegenſtand noch näher beym Glaſe ſteht, als der Brennpunkt, ſo entſteht gar kein Bild, weil die aus A kommenden Stralen gar noch **divergirend** bleiben; aber dieſe Stralen werden doch verlängert vor dem Glaſe in einen Punkt α zuſammen kommen, den man als ein **unſichtbares Bild** von A betrachten kan. Dies zeigt auch die Formel C.), welche, wenn $b<f$ iſt, ein negatives φ, oder eine **Zerſtreuungsweite** giebt, für welche $-\varphi=\frac{bf}{f-b}$ wird.

Wenn aber auf die erhabne Linſe convergirende Stralen fallen, ſo werden ſie nach der Brechung noch mehr convergent, und ihre Vereinigungspunkte rücken näher an die Linſe heran, als der Brennpunkt. Alsdann iſt nemlich b negativ, und es wird $\varphi=\frac{bf}{b+f}$, welches allezeit kleiner, als b, auch kleiner, als f, ſeyn muß.

Die allgemeine Eigenſchaft der erhabnen Gläſer iſt alſo, die Lichtſtralen weniger divergent, oder mehr convergent zu machen, d. i. ſie näher zuſammenzulenken. Sie heißen deswegen auch **Sammlungsgläſer, Collectivgläſer.**

Man kan ſich die Theorie der Bilder, welche ſie machen, am bequemſten durch eine Lichtflamme erläutern, wenn man dieſelbe vor das Glas ſtellt, und mit einem Papiere hinter dem Glaſe den Ort ſucht, wo ſich das umgekehrte Bild der Flamme deutlich zeigt. Geſetzt, die Brennweite des Glaſes ſey 4 Zoll. Man ſtelle ſich anfänglich ſehr weit von dem Lichte, ſo wird man das Bild

ſehr klein und ſehr wenig über 4 Zoll vom Glaſe finden. Geht man allmählig näher, ſo muß man das Papier immer etwas weiter vom Glaſe abhalten, wenn das Bild deutlich ſeyn ſoll, auch wird das Bild immer größer. Kömmt man dem Lichte auf 8 Zoll nahe, ſo findet man das Bild auch 8 Zoll vom Glaſe entfernt, und eben ſo groß, als die wirkliche Flamme. Rückt man das Glas noch näher, ſo muß man das Papier wieder rückwärts entfernen, und das Bild vergrößert ſich nun ſehr ſtark, bis man endlich in der Entfernung 4 Zoll vom Lichte gar keinen Ort für das Bild mehr findet.

Wenn auf ein **Hohlglas** parallele Stralen fallen, ſo werden ſie ſo zerſtreut, als ob ſie aus einem näher vor dem Glaſe liegenden Punkte ausgegangen wären. Dieſer Punkt iſt alsdann der Ort eines **unſichtbaren Bildes**, ſein Abſtand vom Glaſe f iſt negativ, und deutet eigentlich eine Zerſtreuungsweite an, der man aber doch gewöhnlich auch den Namen der **Brennweite** giebt. Man ſ. das Wort **Brennweite** (Th. I. S. 460.), ingl. **Zerſtreuungspunkt.**

Fallen aber auf das Hohlglas Stralen aus einem leuchtenden Punkte, welche ſchon divergiren, ſo werden ſie nach der Brechung noch mehr divergiren. Dies zeigt die Formel C.), wenn man in ihr f negativ ſetzt. Sie giebt alsdann $-\varphi = \frac{bf}{b+f}$, d. i. eine Zerſtreuungsweite, die allemal kleiner, als bf, und als f, iſt, daß alſo das **unſichtbare Bild** allezeit näher, als der Gegenſtand ſelbſt, auch näher als der Brennpunkt, liegt.

Bekömmt endlich ein Hohlglas convergirende Stralen, ſo ſchwächt es deren Convergenz. Es wird alsdann b negativ, und $\varphi = \frac{bf}{f-b}$, daß alſo ſolche Stralen 1.) weniger convergirend werden, wenn b kleiner iſt, als f, 2.) parallel werden, wenn b = f, 3.) gar divergirend ausgehen, wenn b größer iſt, als f. Der zweyte Fall giebt den Satz: **Stralen, die nach dem Brennpunkte eines**

Hohlglaſes zu convergiren, laufen nach der Brechung mit einander parallel.

Wegen der allgemeinen Eigenſchaft, die Stralen mehr zu zerſtreuen, oder doch ihre Convergenz zu ſchwächen, heißen die Hohlgläſer auch **Zerſtreuungsgläſer.**

Alle dieſe Sätze gelten nur für Linſen, deren Dicke unbeträchtlich iſt (alſo nicht für die Kugel) und für Stralen, welche ſehr nahe an der Mitte einfallen. Weil man aber in den dioptriſchen Werkzeugen nur dieſe mittlern Stralen einläßt, ſ. **Blendung, Apertur,** ſo kan man die Theorie dieſer Werkzeuge auf obige Sätze gründen. Stralen, die weit von der Axe ab einfallen, kommen freylich nicht genau nach F, und ſtören daher die Deutlichkeit der Bilder, ſ. **Abweichung, dioptriſche.**

Descartes (Dioptr. cap. 8.) zeigt, wenn man in einer Ellipſe das Verhältniß der großen Axe zur Entfernung beyder Brennpunkte, wie m:n (oder, wie 3:2) nähme, ſo würden die mit der Axe parallel auf das elliptiſche Sphäroid fallenden Stralen genau in dem entfernten Brennpunkte vereiniget werden. Die Hyperbel hat in Abſicht auf hohle Flächen eine ähnliche Eigenſchaft. Dadurch ließen ſich Linſen mit elliptiſchen und hyperboliſchen Flächen angeben, welche alle mit der Axe parallelen Stralen in F genau vereinigten. Allein für die ſchiefen Stralen, die von Punkten außer der Axe herkommen, würde die Abweichung dabey noch größer werden; und die weit beträchtlichere Abweichung wegen der Farbenzerſtreuung würde dabey noch immer unvermieden bleiben.

Erſcheinungen der Gegenſtände durch Linſengläſer.

Wenn man AB, Taf. XIII. Fig. 113. durch das Glas DE betrachtet, ſo iſt es ſoviel, als ob das Auge das Bild ab ſähe. Denn, wenn auch gleich das Bild nicht da iſt, oder erſt hinter dem Auge liegt, ſo gehen doch die ins Auge kommenden Stralen alle ſo, als ob ſie vom Bilde herkämen, oder daſſelbe hinter dem Auge noch entwerfen woll-

ten. Ob das Bild wirklich da iſt, oder nicht, iſt ein ſehr gleichgültiger Umſtaud.

Betrachtet man alſo einen Gegenſtand durch ein **Hohlglas**, ſo iſt es ſoviel, als ob man das vor dem Glaſe liegende Bild $\alpha\beta$ ſähe. Da dieſes allezeit näher liegt, als AB ſelbſt, ſo iſt es kleiner, und das Auge ſieht die Sache AB durch ein Hohlglas verkleinert, aufrecht, und deutlich, wenn es überhaupt in der Entfernung Oα, d. i. in einer geringen Entfernung deutlich ſieht. Daher dienen **hohle Augengläſer** den Myopen, um entfernte Gegenſtände deutlicher zu ſehen.

Sieht man hingegen auf AB durch ein **erhabnes Glas**, ſo hat man vielerley Fälle zu unterſcheiden.

1. Liegt der Gegenſtand dem Glaſe nahe, oder iſt $b < f$, ſo iſt das Bild vor dem Glaſe in der Entfernung $\frac{bf}{f-b}$. Es erſcheint dem Auge aufrecht, und deutlich, wenn das Auge in der Entfernung Oα deutlich ſieht. Auch iſt das Bild größer, als der Gegenſtand, daher man in dieſem Falle Vergrößerung mit Deutlichkeit zugleich erhalten kan. So gebraucht man die Convexgläſer als **Brillen** und **Loupen**, ſ. **Brillen**, **Mikroſkop**.

2. Liegt der Gegenſtand im Brennpunkte ſelbſt, wo $b=f$, ſo rückt das Bild in eine unendliche Entfernung. Alsdann wird es aufrecht, und von dem Presbyten deutlich geſehen. In welchem Sinne des Worts hiebey Vergrößerung ſtatt finde, ſ. bey dem Worte: **Mikroſkop**.

3. Liegt der Gegenſtand über den Brennpunkt hinaus, ſo entwirft ſich hinter dem Glaſe das umgekehrte Bild ab. Hiebey ſteht das Auge entweder zwiſchen Glas und Bild, oder im Bilde ſelbſt, oder hinter dem Bilde.

a.) Zwiſchen Glas und Bild convergiren die Stralen noch, die ſich erſt im Bilde vereinigen. Steht das Auge hier, ſo ſieht es den Gegenſtand durch convergirende Stralen, d. i. undeutlich, übrigens aufrecht und vergrößert, weil der Winkel u größer, als ACB und AOB iſt.

b.) Im Orte des Bildes ſelbſt erhält das Auge nur

Stralen aus einem einzigen Punkte des Gegenſtandes, die ſich im Orte des Auges ſammeln. Hier ſieht es alſo gar nichts, als die Farbe dieſes einzigen Punkts, die ſich wie ein Schimmer über das ganze Glas verbreitet.

c.) Hinter dem Bilde endlich ſieht das Auge das **umgekehrte** Bild a b, und zwar deutlich, wenn es von demſelben ſo weit weg iſt, als zum deutlichen Sehen erfordert wird; groß, wenn es demſelben nahe ſteht, klein, wenn es davon entfernter iſt. Bey Gläſern von ſehr großen Brennweiten läßt ſich hiebey Vergrößerung mit Deutlichkeit verbinden. So konnte **Tſchirnhauſen** durch ſeine großen Objectivgläſer auf eine Meile weit die Blätter der Bäume unterſcheiden (Act. Erud. 1710. Octobr. p. 466. *Wolf* Elem. Dioptr. §. 385.)

Der Gebrauch der Linſengläſer iſt weit älter, als ihre Theorie. Erſt nachdem die Fernröhre erfunden waren, kamen **Kepler** und **Cavalleri** auf einige einzelne theoretiſche Sätze. **Descartes** machte zwar das Geſetz der Stralenbrechung zuerſt bekannt, verfehlte aber die Theorie der Linſengläſer gänzlich. **Barrow** (Lectiones opticae, Lond. 1674. 4.) iſt alſo erſt derjenige, dem wir die geometriſche Entwickelung derſelben zu danken haben. Analytiſch und ſo, wie hier, auf Stralen nahe an der Axe eingeſchränkt, hat ſie **Halley** (Philoſ. Trans. Nov. 1693. und Miſcell. Cur. Vol. I.) zuerſt vorgetragen. Ganz allgemein findet man ſie in Herrn **Käſtners** analytiſcher Dioptrik bey Smith's vollſtänd. Lehrbegrif der Optik, S. 81. u. f.

Käſtner Anfangsgr. der Dioptrik, 3te Aufl. der Anfgr. der angew Math. Göttingen, 1780. 8. S. 345. u. f.

Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre, §. 348. u. f.

Ende des zweyten Theils.

BAYERISCHE STAATS-BIBLIOTHEK MUENCHEN

BAYERISCHE
STAATS-
BIBLIOTHEK
MUENCHEN

Stralen aus einem einzigen Punkte des Gegenſtandes, die ſich im Orte des Auges ſammeln. Hier ſieht es alſo gar nichts, als die Farbe dieſes einzigen Punkts, die ſich wie ein Schimmer über das ganze Glas verbreitet.

c.) Hinter dem Bilde endlich ſieht das Auge das **umgekehrte** Bild ab, und zwar deutlich, wenn es von demſelben ſo weit weg iſt, als zum deutlichen Sehen erfordert wird; groß, wenn es demſelben nahe ſteht, klein, wenn es davon entfernter iſt. Bey Gläſern von ſehr großen Brennweiten läßt ſich hiebey Vergrößerung mit Deutlichkeit verbinden. So konnte **Tſchirnhauſen** durch ſeine großen Objectivgläſer auf eine Meile weit die Blätter der Bäume unterſcheiden (Act. Erud. 1710. Octobr. p. 466. *Wolf* Elem. Dioptr. §. 385.)

Der Gebrauch der Linſengläſer iſt weit älter, als ihre Theorie. Erſt nachdem die Fernröhre erfunden waren, kamen **Kepler** und **Cavalleri** auf einige einzelne theoretiſche Sätze. **Descartes** machte zwar das Geſetz der Stralenbrechung zuerſt bekannt, verfehlte aber die Theorie der Linſengläſer gänzlich. **Barrow** (Lectiones opticae, Lond. 1674. 4.) iſt alſo erſt derjenige, dem wir die geometriſche Entwickelung derſelben zu danken haben. Analytiſch und ſo, wie hier, auf Stralen nahe an der Axe eingeſchränkt, hat ſie **Halley** (Philoſ. Trans. Nov. 1693. und Miſcell. Cur. Vol. I.) zuerſt vorgetragen. Ganz allgemein findet man ſie in Herrn **Käſtners** analytiſcher Dioptrik bey Smith's vollſtänd. Lehrbegrif der Optik, S. 81. u. f.

Käſtner Anfangsgr. der Dioptrik, 3te Aufl. der Anfgr. der angew. Math. Göttingen, 1780. 8. S. 345. u. f.

Erxleben Anfangsgr. der Naturlehre, §. 348. u. f.

Ende des zweyten Theils.

BAYERISCHE STAATS-BIBLIOTHEK MUENCHEN

BAYERISCHE
STAATS-
BIBLIOTHEK
MUENCHEN

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Gehler, Johann Samuel Traugott, 1751-1795

Physikalisches Wörterbuch oder Versuch einer Erklärung der vornehmsten Begriffe und Kunstwörter der Naturlehre mit kurzen Nachrichten von der Geschichte der Erfindungen und Beschreibungen der Werkzeuge begleitet ; in alphabetischer Ordnung
Bd.: 2

Leipzig 1798

Phys.g. 134-2
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10131077-8
VD18 12001392-001